Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines
(FLASH)

Ecole Doctorale Pluridisciplinaire
« Espaces, Société et Développement »
(EDP)

Université d'Abomey-Calavi

Faculté des Sciences et Techniques
(FAST)

Chaire Unesco « Science, Technologie et Environnement »
(CUSTE)

Laboratoire d'Etude des Dynamiques Urbaines et Régionales (LEDUR)

Thèse présentée pour l'obtention du Diplôme de Doctorat Unique de l'Université d'Abomey-Calavi

Filière : Géographie et Gestion de l'Environnement

Option : Géosciences de l'Environnement et Aménagement de l'Espace

MISE EN VALEUR AGRICOLE DE LA VALLEE DE L'OUEME DANS LA COMMUNE DE BONOU : DIAGNOSTIC ET TRAJECTOIRE

Par :
Jézukpégo Barnabé HOUNKANRIN

Sous la direction de :
Monsieur Benoît N'BESSA
Professeur Titulaire Emérite
Université d'Abomey-Calavi

Et la co-direction de :
Monsieur Léon Bani BIO BIGOU
Maître de Conférences
Université d'Abomey-Calavi

Soutenue publiquement le …/…/ 2015 devant le Jury composé de :

Président : Michel BOKO, Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
1er Rapporteur : Benoît N'BESSA, Professeur Titulaire Emérite, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
2ème Rapporteur : Léon Bani BIO BIGOU, Maître de Conférences, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
Examinateur : Wonou OLADOKOUN, Professeur Titulaire, Université de Lomé, Togo
Examinateur : Euloge AGBOSSOU, Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

Avec la mention:

SOMMAIRE

Dédicace 3
Liste de sigles et abréviations 4
Remerciements 5
Résumé 9
Abstract 10
Introduction 11

Première partie

CADRE THEORIQUE, APPROCHE METHODOLOGIQUE ET FONDEMENTS DE LA PRODUCTION AGRICOLE DANS LA COMMUNE DE BONOU 14
Chapitre I : Cadre conceptuel et méthodologique 15
Chapitre II : Fondements biophysiques et humains à la mise en valeur agricole de la vallée dans la Commune de Bonou 57

Deuxième partie

POTENTIALITES AGRICOLES DES TERRES ET LEURS MODES D'EXPLOITATION DANS LA COMMUNE DE BONOU 92
Chapitre III : Caractéristiques biologiques, physico-chimiques et aptitudes culturales des sols de la Commune de Bonou 93
Chapitre IV : Modes de mise en valeur agricole des terres dans la Commune de Bonou et implications 126

Troisième partie

CONTRAINTES LIEES AUX ACTIVITES AGRICOLES, MESURES D'ADAPTATION ET PERSPECTIVES 165
Chapitre V: Contraintes à la mise en valeur agricole des terres…… 166
Chapitre VI : Strategies d'adaptation paysannes et perspectives à la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou 201

Discussion et limites de l'étude 230
Conclusion générale 236
Bibliographie 239
Annexes 257
Table des matières 271

DEDICACE

A ma fille Ayodélé Pernelle

LISTE DE SIGLES ET ABREVIATIONS

ASECNA	:	Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar
CAR	:	Coopératives d'Aménagement Rural
CARDER	:	Centre d'Action Régional pour le Développement Rural
CEC	:	Capacité d'Echange Cationique
CLCAM	:	Caisse Locale de Crédit Agricole Mutuel
CRA	:	Centre de Recherches Agricoles
CREP	:	Caisse Rurale d'Epargne et de Prêt
DGAT	:	Département de Géographie et Aménagement du Territoire
ECVR	:	Etude sur les Conditions de Vie des Ménages Ruraux
FAO	:	Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture)
FSA	:	Faculté des Sciences Agronomiques
GIEC	:	Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat
INSAE	:	Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique
K	:	Potassium
KCl	:	Chlorure de potassium
MAEP	:	Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche
Méq	:	Milliéquivalent
N	:	Azote
ONASA	:	Office National d'Appui à la Sécurité Alimentaire
OPA	:	Organisation Professionnelle Agricole
P	:	Phosphore
PADFA	:	Programme d'Appui au Développement des Filières Agricoles
PDAVV	:	Programme de diversification agricole par la valorisation des vallées
PDC	:	Plan de Développement Communal
PDFA	:	Programme d'Appui au Développement des Filières Agricoles
PFR	:	Plan Foncier Rural
pH	:	Potentiel d'Hydrogène
PIP	:	Périmètre Irrigué Privé
PIV	:	Périmètre Irrigué Villageois
PNE	:	Partenariat national de l'eau au Bénin
PNUD	:	Programme des Nations Unies pour le développement
Ppm	:	Partie par million (un millimètre par litre, un milligramme par kilogramme)
PPI	:	Petit Périmètre Irrigué
PPMA	:	Programme de Promotion de la Mécanisation Agricole
PSSA	:	Programme Spécial pour la Sécurité Alimentaire
PUASA	:	Programme d'Urgence d'Appui à la Sécurité Alimentaire
PSAIA	:	Programme de Sécurité Alimentaire par Intensification Agricole
RGPH	:	Recensement Général de la Population et de l'Habitation
SAU	:	Superficie Agricole Utile
SADEVO	:	Société nationale d'Aménagement et de Développement de la Vallée de l'Ouémé
SONIAH	:	Société Nationale d'Irrigation et d'Aménagement Hydro- agricole
SCDA	:	Secteur Communal pour le Développement Agricole
UAI	:	Unité Autonome d'Irrigation
UCP	:	Union Communale des Producteurs
V	:	Taux de saturation

REMERCIEMENTS

Cette thèse met en exergue, les caractéristiques pédologiques d'un espace dit à fortes potentialités agricoles, la vallée de l'Ouémé, et la valorisation agricole qu'en font les producteurs de la Commune de Bonou. Le choix de ce sujet est né d'un questionnement qui date de mon enfance. En effet, originaire de l'arrondissement de Hounviguè dans la Commune de Bonou, mes grands-parents ventaient toujours le mérite agricole des terres de la dépression comme étant les mieux adaptées aux activités agricoles. Mais dans le même temps, ils étaient toujours à la recherche des terres agricoles sur le plateau. Or, les champs se situant dans la dépression donnaient des rendements satisfaisants. Cela était pour moi, enfant, un réel paradoxe. De plus, mes parents qui ne pratiquaient que l'agriculture dans la dépression comme sur le plateau n'étaient pas pour autant riches et se plaignaient toujours du manque d'argent pour satisfaire des besoins vitaux. Une question me revenait à chaque fois à l'esprit de savoir comment des agriculteurs d'un espace dit à fortes potentialités agricoles peuvent encore se plaindre de la rentabilité financière de leur travail. C'est depuis lors que l'idée de mieux connaitre ce milieu et les contraintes qui se posent dans sa mise en valeur agricole est née. Cette idée se concrétise par l'aboutissement de ce travail de recherche. Et quand je pense à toutes les péripéties de ce travail de recherche, il me vient à l'esprit l'image de la grande course cycliste narrée par Paulo Coelho (2001) dans son recueil de paraboles titré Maktub : «sur la ligne de départ, nous sommes tous animés par les mêmes sentiments de camaraderie et d'enthousiasme. Mais, à mesure que la course se déroule, la joie initiale fait place aux vrais défis : la fatigue, la monotonie, les doutes…. Il nous faut affronter la solitude, l'imprévu qui surgit des virages inconnus…Simplement, il ne faut pas renoncer ». Pour ma part, si je n'ai pas renoncé, c'est grâce à la présence de plusieurs personnes qui m'ont accompagné tout au long de la « course » et que je me dois bien de remercier ici. Le risque d'omission de quelques-unes est grand, mais je ne peux m'empêcher de les citer nommément.

Je remercie le Professeur Benoît N'BESSA qui, malgré le poids de l'âge et ses occupations, a accepté de suivre ce travail. En bon papa, il ne cessait de me stimuler afin que ce travail puisse vite se faire. A chaque fois que le besoin de prendre conseils sur certains aspects s'imposait et je me rapprochais de lui, sa première question a toujours été : « Tu as fini ton travail? Ne perd pas du temps». Cela constituait un défi pour moi afin qu'un jour, je lui réponde, ‘'oui, j'ai fini''. Monsieur le Professeur, cher «Papa», infiniment merci.

J’exprime ma sincère gratitude au Dr. Léon Bani BIO BIGOU, Maître de Conférences qui a accepté, malgré ses multiples occupations, de co-diriger cette recherche. Monsieur le Professeur, vos remarques et vos apports ont contribué à améliorer la qualité scientifique de cette thèse.

Que Monsieur le Professeur Euloge K. AGBOSSOU, Professeur Titulaire à l’Université d’Abomey-Calavi, trouve ici l’expression de ma profonde reconnaissance pour toutes les observations et suggestions qui ont concouru à l’amélioration de la qualité scientifique de cette thèse. Sincère gratitude à vous pour le temps consacré aux échanges scientifiques qui m’ont permis de comprendre encore plus sur ce travail.

Je remercie le Professeur Wonou OLADOKOUN, Professeur Titulaire à l’Université de Lomé (Togo), qui, grâce à un examen minutieux et détaillé, a contribué largement à l’amélioration de la qualité scientifique de cette thèse. Vos remarques et vos suggestions ont été d’un grand intérêt pour moi dans le cadre de ce travail.

Mes remerciements vont à l’endroit de tous les Enseignants de l’Ecole Doctorale Pluridisciplinaire (EDP) de l’Université d’Abomey-Calavi et spécialement au Directeur de l’Ecole doctorale, le Professeur Michel BOKO qui a su initié des séminaires doctoraux pour le renforcement des capacités des doctorants et des points de thèse pour des orientations stratégiques des travaux de thèse.

Je remercie le Chef du Département de Géographie et Aménagement du Territoire, le Dr. Brice H. A. TENTE, son adjoint, le Dr. Moussa GIBIGAYE et tout le corps professoral du Département pour toute l’attention dont j’ai bénéficiée. Un merci particulier au Dr. Auguste HOUINSOU pour son soutien de tout temps.

Je dis un sincère merci au Professeur Mouïnou Attanda IGUE, Maître de Recherches au Laboratoire de Sciences du Sol, Eau et Environnement (LSSEE), qui a accepté m’accompagner dans mon secteur d’étude pour l’identification des unités pédologiques, l’ouverture des profils pédologiques, le prélèvement des échantillons de sol pour les analyses au laboratoire et la description des profils pédologiques.

Mes remerciements vont au Professeur Christophe Sègbè HOUSSOU qui, informé de mes difficultés à décanter une situation de blocage de mes travaux de thèse, m’a reçu à son bureau

pour la recherche de solutions idoines. Professeur, vos orientations et votre démarche m'ont soulagé.

Ma reconnaissance va à l'endroit du Dr. Euloge OGOUWALE, Maître de Conférences, qui m'a convaincu à rompre avec la presse, un métier que j'ai beaucoup aimé et que j'ai exercé avec passion pendant plusieurs années, pour me consacrer à la recherche universitaire. Je me rappelle le rôle capital que vous avez joué, vous et votre collègue le Dr. Ibouraïma YABI, afin que je soutienne mon mémoire de maîtrise et celui du DEA. Professeur, vos conseils et appuis tout le long de mon cursus m'ont vraiment aidé. De plus, l'opportunité que vous m'avez offerte en m'associant à vos activités académiques m'a permis de beaucoup apprendre de vous. Vous êtes un modèle sur plusieurs plans et je compte beaucoup sur vous pour la suite.

Dr. Fidèle Ibouraïma YABI, quelle simplicité ! Vous m'avez toujours fasciné par votre grande discrétion malgré la densité de vos connaissances. Aidez-moi à vous ressembler.

Dr. Toussaint VIGNINOU, vous êtes un bon ''grand frère'' pour moi puisque ce que vous me dites et ce que vous faites pour moi dépassent les simples relations universitaires. Je n'oublie pas le Dr. Aboubacar KISSIRA, le Dr. David BALOUBI, le Dr. Gabin TCHAOU. Vous avez tous contribué à la réalisation de ce travail. Je dis un merci particulier au Dr. Benjamin ALLAGBE qui, à un moment critique de ce travail, m'a beaucoup soutenu dans la recherche d'alternatives. Veuillez recevoir mes sincères remerciements.

Je voudrais de manière vraiment spéciale, dire un sincère merci au Dr. Ismaël TOKO qui, dans une ambiance fraternelle, m'a aidé à sortir de l'abîme au moment où mes travaux de recherche ont connu un blocage dû à plusieurs raisons que je me garde d'évoquer ici. Dr. TOKO, j'ai gardé la leçon et je vous promets que, dans la mesure du possible, je rendrai ces genres de services à quiconque en manifestera le besoin.

A vous, mes amis du groupe de travail autour du Dr. Euloge OGOUWALE, je veux nommer Dr. Akibou AKINDELE, Dr. Fidèle MEDEOU, Messieurs Mathieu LANOKOU, Aristide G. KOUTON, Thierry CODJO, Jean-Baptiste GNANHO, Richard AVADO, Marcellin ASSOGBA, Etienne AKAKPO, Félix ZOUNDJE, Hervé CHABI, Hervé YABI et tous les autres dont je n'ai pas cité les noms ici, sachez que je suis reconnaissant envers vous tous. Nos échanges de tous les jours, nos taquineries, vos reproches m'ont édifié. Sincère gratitude en particulier au Dr. Imorou OUOROU-BARRE pour l'apport substantiel qu'il a fait à ce travail.

Aux autorités du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique, je dis merci pour la clairvoyance dans l'initiative d'appui à la formation des formateurs dans les Universités nationales du Bénin dont j'ai bénéficiée dans la réalisation de ce travail de thèse.

Quant à vous, producteurs de la vallée de l'Ouémé, surtout vous, de la Commune de Bonou, les cadres du Secteur Communal pour le Développement Agricole (SCDA-Bonou), les responsables des associations des paysans, les cadres de la mairie de Bonou, vous qui avez fourni la plupart des informations, soyez-en remerciés.

Que les frères Célestin L.K. DAH-ADJIHANOU et Louis AHOMADIKPOHOU reçoivent ici l'expression de ma profonde gratitude pour leur soutien de tout temps. Vous m'avez entouré en tout temps, de vos bons gestes. Dieu vous les rende au centuple.

A toi ma tendre épouse, Lydiana AGOSSOU, qui a toujours supporté mes caprices et mes humeurs quelques fois quand le travail me crée des soucis, voici le résultat de tes sacrifices. Je te remercie pour ta douce présence, ta patience, ta compréhension et ta disponibilité à me donner des idées face à toute épreuve. Dieu te bénisse !

Je termine en remerciant les personnes par qui j'aurais pu commencer : mes parents, surtout mon papa, enseignant chevronné à la retraite qui, depuis toujours, a cru en moi et en mes frères, et continue de nous faire comprendre que notre réussite est son honneur, son bonheur. Mes oncles qui n'ont jamais cessé de me soutenir, merci à vous ! Mes frères, Léonard, Francis, Aristide, Rodrigue et ma sœur Raymonde, que l'âme de notre regrettée maman, Assiba Emilienne HOUNKPATIN puisse nous guider encore et encore.

RESUME

La valorisation agricole de la vallée de l'Ouémé se révèle de nos jours au Bénin, la meilleure alternative pour sauver l'agriculture qui est sous l'influence combinée de la baisse de la fertilité des sols et des fluctuations pluviométriques. La présente recherche est une contribution à l'examen des potentialités et des contraintes à la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou.

Pour ce travail, les données climatologiques utilisées concernent les hauteurs de pluies, les températures minimales et maximales, l'évapotranspiration potentielle, l'humidité relative sur la période 1971-2010. Cinq (05) principales cultures ont été choisies suivant leur importance dans le bol alimentaire des populations de la localité. Les coefficients culturaux de ces cultures sont utilisés pour calculer leurs besoins en eau par phase phénologique afin de les comparer avec les quantités d'eau décadaires obtenues dans la Commune. Les données pédologiques collectées sont constituées des échantillons de sol prélevés dans les profils pédologiques ouverts à cet effet. Ces échantillons ont fait l'objet d'analyse au Laboratoire des Sciences du Sol, Eau et Environnement (LSSEE). Les résultats des analyses sont utilisés pour établir les caractéristiques physico-chimiques des sols afin de les comparer avec les exigences édaphiques des principales cultures. Ceci a permis de déterminer les aptitudes culturales des sols. Les données sur les modes d'exploitation des terres ont servi à examiner ces modes en rapport avec l'aptitude des sols et les contraintes du milieu. Les informations socio-économiques ont permis de comprendre les systèmes de cultures et les stratégies agricoles des paysans.

La Commune de Bonou connait un climat subéquatorial qui offre deux saisons agricoles pluviales sur le plateau et une possibilité de culture de contre-saison dans la dépression. En effet, elle dispose de deux unités morphologiques : dépression/plaine d'inondation (37 %) et le plateau (63 %). La dépression est constituée des sols hydromorphes et le plateau, des sols ferrallitiques. Ces formations pédologiques sont globalement favorables à plusieurs cultures mais présentent des contraintes. Sur les sols hydromorphes, le taux d'argile est élevé avec pour conséquence une mauvaise perméabilité et une compacité de ces sols. On assiste sur ces sols à une mauvaise décomposition de la matière organique, une faible quantité de potassium et surtout, un pH acide, toute chose ayant des impacts négatifs sur les rendements agricoles. Les sols ferrallitiques présentent une carence en potassium (K) et en phosphore (P). Une insuffisance de pluies sur ces sols induit la baisse des rendements agricoles. L'agriculture se pratique essentiellement dans deux types d'exploitations à savoir, les exploitations familiales pour les cultures vivrières (80 %) et quelques grosses exploitations (20 %). Cette agriculture est sujette à plusieurs autres contraintes qui ont trait, entre autres, à l'instabilité pluvio-hydrologique (sécheresse ou inondation), à la baisse de fertilité des sols, à la méconnaissance par les producteurs des aptitudes spécifiques des sols, à la pénibilité des travaux sur les terres hydromorphes, au problème de disponibilité des terres agricoles, à la rareté de la main-d'œuvre, au manque de synergie entre les différents projets et programmes initiés par l'Etat.

Face aux contraintes, plusieurs stratégies sont adoptées par les producteurs. Il s'agit notamment de la jachère (75 %), du billonnage (90 %), des cultures améliorantes (75 %), la préparation traditionnelle des insecticides (25 %), la confection des gros et larges billons dans la dépression (80 %), ouverture des canaux d'évacuation des eaux de crue dans la dépression (95 %), utilisation de motopompe pour l'irrigation des champs en saison sèche (25 %)… Cette étude propose d'autres alternatives pour renforcer ce que font déjà les paysans dans l'adaptation aux contraintes à la mise en valeur de la vallée.

Mots-clés : Commune de Bonou, vallée de l'Ouémé, système de culture, scénario de gestion

ABSTRACT

Nowadays, the agricultural valorization of the valley of Ouémé appears in Benin, as the best alternative to save the agriculture which is under the combined influence of the sagging of the soil fertility and the pluviometric fluctuations. The current study is a contribution to the examination of the potentialities and constraints with the agricultural development of the valley of Ouémé in the district of Bonou.

For this work, the climatological data used affect the heights of rains, the minimal and maximum temperatures, the potential evapotranspiration, and the relative dampness over the period 1971-2010. Five main cultivations were selected according to their importance in the foodstuffs of the local populations. The farming ratio of these crops are used to calculate their requirements out of water by phenologic phase in order to compare them with the decadal quantities of water obtained in the district. The collected pedological data are made up of the samples of ground taken in the pedological profiles opened for this purpose. These samples made the object of analysis at the Laboratory of Sciences of the Ground, Water and Environment (LSSEE). The results of the analysis are used to establish the physicochemical characteristics of the grounds in order to compare them with the edaphic requirements of the main crops. This made it possible to determine the farming aptitudes of the soils. The data on the modes of exploitation of the soils were used to examine these modes in connection with the aptitude of the grounds and the constraints of the area. Socio-economic informations made it possible to understand the farming systems and the agricultural strategies of the peasants.

The district of Bonou has a subequatorial climate which offers two rain agricultural seasons on the tray and a possibility of culture of slack season in the depression. Indeed, it has two morphological units: depression/plain of flood (37 %) and the tray (63 %). The depression is composed of hydromorphic grounds and the tray, of the ferrallitic grounds. These pedological formations are generally favorable to several cultures but have constraints. On the hydromorphic grounds, the rate of clay is high with a bad permeability and a compactness of these grounds. One assists on these grounds with a bad decomposition of the organic matter, a small quantity of potassium and especially, an acid pH, anything having negative impacts on the agricultural outputs. The ferrallitic grounds present a shortage in potassium (K) and in phosphorus (P). A lack of rains on these grounds leads to the fall of the agricultural outputs. Agriculture is primarily practiced in two types of exploitations namely, the family exploitations for the food crops (80 %) and some large exploitations (20 %). This agriculture is prone to several other constraints which relate, in other words, to pluvio-hydrological instability (dryness or flood), the falling of fertility of the grounds, the ignorance by the producers of the specific aptitudes of the grounds, the painfulness of works on the hydromorphic grounds, the problem of availability of the agricultural lands, the scarcity of labour, the lack of synergy between the various projects and programs initiated by the State.

Facing the constraints, several strategies are adopted by the producers. It is in particular about the fallow (75 %), the ridging (90 %), the improving cultures (75 %), the traditional preparation of the insecticides (25 %), the making of large and broad balks in the depression (80 %), the opening of the discharge culverts of rising water in the depression (95 %), use of motor-driven pump for the irrigation of the fields in dry season (25 %)… This study proposes other alternatives to reinforce what the peasants have already done in the adaptation of the constraints with the development of the valley.

Key words: District of Bonou, valley of Ouémé, farming system, scenario of management

INTRODUCTION

L'agriculture et le développement rural sont essentiels pour la réduction de la pauvreté et la réalisation des objectifs du Millénaire pour le développement (OMD) en Afrique. Près de 70 % d'Africains et 80 % environ des pauvres du continent vivent en zone rurale et tirent l'essentiel de leurs moyens d'existence de l'agriculture (CAE, 2007). Ainsi, la plupart des pays pauvres ne pourront pas vraiment progresser sur la voie de l'expansion économique, de la réduction de la pauvreté et d'une plus grande sécurité alimentaire s'ils ne valorisent pas les ressources humaines et les capacités productives potentielles du secteur agricole. Pour Tiker (2003), le développement socio-économique d'un pays passe nécessairement par le développement de l'agriculture.

L'engagement des gouvernements africains exprimé en 2003 et réitéré en 2006, d'augmenter jusqu'à 10 % leur budget agricole, et celui des institutions bilatérales d'accroître l'aide au développement agricole, semblent être le signe d'une reconnaissance de l'importance de l'agriculture, en dépit de la lenteur de la mise en œuvre de ces réformes. Le rôle crucial de l'agriculture dans le développement africain est désormais reconnu mais les politiques agricoles en Afrique restent loin d'être à la hauteur du poids que représente l'agriculture et ses enjeux (Lebret et Alpha, 2007). Or, la capacité à nourrir une population toujours croissante constitue l'un des principaux défis que l'agriculture africaine doit relever dans les prochaines décennies. Au même moment que le continent africain doit relever le défi de la sécurité alimentaire, elle doit également faire face à sa croissance démographique galopante. En effet, l'Afrique a dépassé le cap du milliard d'habitants en 2009 (UNESCO, 2009). La croissance démographique et la croissance socio-économique multiplieront la demande en céréales par deux d'ici à 2050 (FAO, 2008). Un nombre croissant de pays, sous la pression d'une croissance démographique encore forte, voient d'ailleurs leur capacité d'autosuffisance alimentaire diminuer rapidement et les prévisions indiquent que les importations de nourriture des pays développés vers les pays en développement devraient croître de 140% entre 1993 et 2020 (Faurès, 2003). Pour relever ces défis sans que les denrées se renchérissent outre mesure, le rendement des céréales dans les pays en développement devra augmenter de 40 %, les besoins en eau d'irrigation de 50 % et il faudra peut-être quelque 100 à 200 millions d'hectares de terres supplémentaires (Ahamidé et *al., 2011*).

L'augmentation des superficies a été une des réponses courantes proposées par les paysans africains face à l'accroissement de la demande en consommation de céréales étant donné que les rendements sont faibles. C'est une «pratique stratégique » assez répandue dans les

paysanneries d'Afrique de l'Ouest. Toutefois, cette stratégie est assez limitée car un système agro-alimentaire pareil ne peut fonctionner que dans un contexte de correcte capacité de charge des terres disponibles, c'est-à-dire de faibles densités de population et de conditions écologiques favorables (Denève, 1997). Tout cela confirme les prévisions du Département du développement durable de la FAO (2003) selon lesquelles la presque totalité de l'Afrique subsaharienne doit augmenter sa production de cultures vivrières, et ce besoin deviendra plus pressant pendant au moins les vingt-cinq années à venir. Pour rejoindre le taux de croissance de la population, les productions agricoles doivent augmenter à une vitesse plus grande qu'aujourd'hui. La production supplémentaire doit, également, être obtenue sans causer davantage de dégradation aux sols mais augmenter leur fertilité ou tout au moins, la maintenir. Une partie des besoins sera satisfaite par la mise en culture de terres supplémentaires, mais la majeure partie des besoins doit être satisfaite en augmentant la productivité des terres déjà cultivées. Or, une vaste majorité d'agriculteurs en Afrique pratiquent une agriculture de subsistance, souvent en système extensif. Pour les pays qui ne peuvent générer suffisamment de biens ou services d'exportation pour pouvoir compenser leur déficit alimentaire par l'importation (beaucoup d'entre eux se situent en Afrique sub-saharienne), il est nécessaire de développer et renforcer les programmes de développement rural orientés vers une plus grande productivité (travail, terre, eau), tant en agriculture pluviale qu'en agriculture irriguée (Faurès, 2003).

Au Bénin, 95 % de l'économie agricole est assurée par l'agriculture vivrière (MAEP, 2005). Les agriculteurs dépendent presque entièrement d'eux-mêmes et de leurs communautés pour leurs besoins en semences. Le plus souvent, les agriculteurs qui ne font que les cultures vivrières n'ont pas accès aux avoirs dont ils ont besoin pour tirer le meilleur parti possible de l'agriculture, par exemple à des semences améliorées, à des engrais ou à un approvisionnement suffisant en eau. Ils manquent aussi d'informations sur les marchés et sur les technologies qui leur permettraient de tirer un revenu accru de l'agriculture. Des efforts dans ces domaines contribueraient à améliorer la qualité de la vie des agriculteurs et, à terme, pourraient aider le pays à produire tous les aliments dont elle a besoin. Des indépendances à ce jour, la formule est restée la même au Bénin: «l'agriculture est la base du développement, l'industrie son moteur» (Mongbo et Dossou-Houessou, 2000). Ce choix s'explique surtout par l'importance économique et sociale du secteur agricole qui fait vivre plus de 60 % de la population totale du pays et occupe 75 % de la population active (RGPH, 2002). Aujourd'hui, l'agriculture semble de nouveau être considérée comme un secteur prioritaire et un moteur de

développement. A ce titre, elle a besoin de politiques agricoles ambitieuses. Les réformes agricoles peuvent être un vecteur de réduction de la pauvreté et de l'insécurité alimentaire. L'aménagement et la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé constituent un objectif majeur pour le développement du pays. Cela s'est traduit à travers le Programme de Relance du Secteur Agricole (PRSA) mis en place par le gouvernement béninois. Mais cet objectif ne peut être atteint sans une bonne connaissance des paramètres du milieu et particulièrement des ressources en terre et en eau qui sont des facteurs fondamentaux de l'agriculture.

La Commune de Bonou qui est le cadre géographique de ce travail est essentiellement agricole mais peine encore à tirer meilleur parti de toutes les potentialités agricoles que lui offre le fleuve Ouémé. La mise en valeur agricole de la vallée dans ladite Commune pose des problèmes qu'il est nécessaire d'élucider afin de contribuer à une meilleure exploitation des potentialités agricoles de la vallée de l'Ouémé pour sa réelle valorisation. C'est pour cette raison que la présente recherche est initiée. Elle est structurée en trois parties et six chapitres.

La première partie intitulée « Cadre conceptuel, approche méthodologique et fondements de la production agricole dans la Commune de Bonou » comporte deux chapitres. Le chapitre I présente le cadre conceptuel et méthodologique de l'étude. Dans le chapitre II, il est traité des fondements biophysiques et humains de la mise en valeur agricole de la vallée dans la Commune de Bonou.

La deuxième partie est intitulée « Potentialités agricoles des terres et leurs modes d'exploitation dans la Commune de Bonou ». Elle comporte deux chapitres. Dans le chapitre III sont exposées les caractéristiques biologiques, physico-chimiques et aptitudes culturales des sols de la Commune de Bonou. Le chapitre IV présente les modes de mise en valeur agricole des terres dans la Commune de Bonou et leurs implications.

La troisième partie de ce travail est intitulée « Contraintes liées aux activités agricoles, mesures d'adaptation et perspectives ». Elle comporte les chapitres V et VI. Dans le chapitre V sont exposées les contraintes à la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou et le chapitre VI examine les stratégies d'adaptation paysannes et les perspectives à la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou.

Première partie

CADRE CONCEPTUEL, APPROCHE METHODOLOGIQUE ET FONDEMENTS DE LA PRODUCTION AGRICOLE DANS LA COMMUNE DE BONOU

CHAPITRE I
CADRE CONCEPTUEL ET METHODOLOGIQUE

Dans le chapitre I, il est fait le point des connaissances des travaux déjà effectués sur divers aspects du sujet. Il y est abordé ensuite la clarification des concepts, la justification du sujet, les hypothèses de travail et les objectifs de recherche. La démarche méthodologique adoptée est la dernière partie du présent chapitre.

1.1. Revue de littérature

Des auteurs ont critiqué dès les premières années d'indépendance des pays de l'Afrique noire, les politiques agricoles souvent calquées sur le modèle colonial. Dumont (1962) situe la question du développement agricole en Afrique subsaharienne au niveau des choix politiques et surtout au niveau de la difficulté qu'ont les Etats colonisés à faire la rupture avec les anciennes politiques coloniales. Au Dahomey, actuel Bénin, l'exemple des coopératives agricoles a retenu l'attention de certains auteurs. A l'instar d'autres pays africains, la poursuite de la production pour l'exportation des matières premières agricoles a amené l'Etat dahoméen à investir les campagnes, à travers des initiatives de développement agricole. C'est ce que Mondjannagni (1977) a présenté en exposant les différentes approches de développement agricole dans le Sud-Bénin. Il a ainsi abordé de façon détaillée la création des coopératives d'aménagement rural, destinées à promouvoir la culture du palmier à huile. Le même auteur, en 1984, a fait une analyse comparée des politiques de regroupement des paysans autour de la production de rente dans certains pays africains, dont le Bénin et y a noté le désenchantement des producteurs. Cet état de chose a amené bien des paysans à focaliser leur attention sur les cultures vivrières qui permettent d'assurer l'autosuffisance alimentaire.

1.1.1- Variabilité climatique et mise en valeur agricole des terres

L'agriculture est la principale activité rurale exercée au Bénin (Adam et Boko, 1993). Ce secteur concentre 70 % de la population active, contribue pour 39 % à la constitution du PIB, procure 90 % des recettes d'exportation du pays et participe à hauteur de 15 % aux recettes de l'Etat (MAEP, 1999). Mais il est sujet à un certain nombre de contraintes qui limitent son développement et risquent à terme de compromettre sa durabilité (Agossou, 2001). En outre, les paramètres agro-climatiques présentent des particularités contraignantes pour l'agriculture surtout dans le Sud-ouest et l'extrême Nord qui connaissent parfois de graves sécheresses (MEPN, 2008). Or, l'agriculture béninoise demeure essentiellement pluviale et donc vulnérable aux fluctuations des paramètres climatiques.

Au Bénin, les contraintes climatiques liées au développement agricole ont connu un regain d'intérêt après les sécheresses pluviométriques successives des années 1970 et 1980 (Bokonon-Ganta, 1987 ; Boko, 1988 ; Afouda, 1990 et Houndénou, 1999). Selon Boko (1988) et Afouda (1990), les sécheresses des années 1976 et 1977 ont entraîné une crise alimentaire qui a affecté près de 46 % des béninois. Pour ces auteurs, le contexte climatique actuel marqué par des irrégularités pluviométriques saisonnières, des déficits hydriques suivis d'une diminution du nombre d'évènements pluvieux, et une tendance à la hausse des températures rend vulnérable le secteur agricole béninois. C'est pourquoi Boko (1988) explique que la dynamique agricole est liée à celle du climat, et les rythmes climatiques induisent les rythmes de développement agricole. Il a démontré que le rythme de production est calqué sur le rythme des saisons. Les "chocs climatiques " y ont un impact profond et se propagent rapidement sur tout l'ensemble. Il conclut que les rythmes du climat conditionnent les rythmes du développement agricole qui constitue la base de l'économie, tant au niveau des communautés rurales qu'à celui de la nation tout entière. Dans son étude sur les impacts de la péjoration pluviométrique sur les cultures, (Zinsou, 1993), a montré que les récessions pluviométriques provoquent des crises sociales et économiques conjoncturelles. L'étude sur les rythmes climatiques et les rythmes de développement a montré que les fluctuations climatiques ont entraîné une modification des systèmes culturaux et ont engendré un déficit de la balance commerciale. Ce déficit de la balance commerciale suite à l'insuffisance des matières premières a entraîné la fermeture des industries agroalimentaires, la réduction des exportations et l'augmentation des importations des produits alimentaires pour pallier à l'insuffisance de la production agricole au Bénin (Bokonon-Ganta, 1987). Ogouwalé (2006), a montré que les irrégularités saisonnières notées ces dernières années dans le champ climatique du Bénin méridional et central constituent un facteur limitant pour le développement des activités socioéconomiques, notamment pour l'agriculture. C'est pour pallier ces problèmes que nombre d'agriculteurs s'investissent dans l'exploitation des terres humides. Du coup, les vallées en général et particulièrement la basse vallée de l'Ouémé concentrent les enjeux actuels pour une mise valeur agricole des terres de cet écosystème. Outre ces contraintes climatiques, l'agriculture est aussi confrontée à des contraintes pédologiques marquées par la baisse de fertilité des sols.

1.1.2- Mise en valeur agricole et dégradation des terres

La terre, facteur de production, a été longtemps considérée comme une ressource sans coût pour la production agricole et a fait l'objet d'une exploitation sauvage et anarchique

(Sambiéni, 2004). Le sol est « synonyme d'outil de travail pour les producteurs africains » (Pontié et Gaud, 1992). Pour les mêmes auteurs, la qualité agronomique d'un sol est liée à son complexe argilo-humique (CAH), aussi appelé "complexe absorbant", qui est l'ensemble des forces qui retiennent les cations échangeables (Ca^{2+}, Mg^{2+},K+, Na+…) sur la surface des constituants minéraux et organiques des sols (le mélange de minéraux argileux et d'humus constituant le "complexe argilo-humique" à proprement parler). Pour Biaou (1995), la fertilisation par engrais minéraux aux dépens de fumure organique augmente le rendement immédiat mais détruit peu à peu le sol. D'après les travaux de la FAO (1990), le plus grave problème auquel se trouvent confrontés les pays africains en général et le Bénin en particulier à long terme est celui de la dégradation des terres. Depuis le début de la deuxième moitié du 19ème siècle, l'utilisation des terres au Bénin est basée sur une alternative de cultures et de jachères de longue durée. Après 3 à 4 ans de cultures, le sol est abandonné pour une jachère de 10 ans et ceci permet au sol de se reconstituer en matière organique d'où la régénération de sa fertilité (Gaiser, 1993 ; cité par Igué, 2000). L'agriculture béninoise est encore de type traditionnel avec des jachères de longue durée. Mais les contraintes qu'imposent la pression démographique et le niveau de dégradation alarmant des sols rendent presque utopiques et irréalistes les jachères de longue durée et les techniques culturales traditionnelles (Kogblévi, 1982). La dégradation des terres agricoles se traduit par l'épuisement qualitatif et quantitatif des terres cultivables et une réduction de la durée de la jachère (Hounkpotodé, 2001). Pour Floret et Pontanier (2001), la croissance démographique et ses corollaires, ont perturbé la durabilité des systèmes traditionnels de culture se traduisant par la réduction de la durée des jachères et la dégradation des peuplements ligneux autrefois préservés dans les champs. Togbé (1996) et Houédénou (2007), renseignent sur le rythme de la dégradation des terres cultivables sous l'action anthropique dans le Sud-Bénin. Selon ces auteurs, la destruction du potentiel végétal a laissé place à l'érosion hydrique et la réduction des surfaces fertiles propices à l'agriculture. Adam et Boko (1993), ont noté que la végétation des plateaux du sud-Bénin est dégradée et que de la côte jusqu'à la latitude de Setto, la formation végétale naturelle primaire a pratiquement disparu. Pour Toko et da Matha Sant'Anna (1999) ; Arouna et *al.* (2010), « les activités humaines dominées par l'agriculture constituent les causes majeures de cette dégradation ». De ce fait, N'Douma cité par Tenté (2000) a montré que la pratique des feux de végétation après le défrichement des champs pour la production agricole a pour conséquences la destruction du couvert végétal, l'érosion des sols et la baisse des rendements agricoles. Blondel (1971), Wetselaar et Ganry (1990), ont montré que sur la plupart des sols cultivés, et en particulier ceux tropicaux sableux de l'Afrique de l'Ouest,

l'alimentation azotée des céréales se fait principalement à partir des réserves d'azote organique. Dans ces sols, ces réserves sont très faibles et constituent généralement un facteur limitant de la production végétale, même en présence d'engrais chimiques. Dans ce contexte, le pool d'azote mobilisable ainsi que la fourniture d'azote par le sol aux cultures sont deux variables qu'il importe de quantifier pour gérer à long terme la fertilité du sol tout en assurant l'objectif de production. De même, le défrichement et la mise en culture des sols tropicaux provoquent généralement une brusque diminution des teneurs en matière organique, une variation rapide et importante de diverses propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols et une baisse de la productivité végétale (Dabin, 1956 ; Fauck et *al.*, 1969). Pour Roose (1994), l'agriculture entraîne nécessairement une simplification de l'écosystème, une diminution de la production de biomasse, en particulier des litières et, par conséquent, la réduction du taux de matières humiques du sol et la dégradation des horizons superficiels. Pol et *al.*, (1993), expliquent que la pratique paysanne actuelle conduit à un épuisement des sols en nutriments, étant donné qu'aucune restitution des nutriments ne se fait et l'utilisation d'engrais minéraux se pratique rarement. Les auteurs estiment que le niveau d'utilisation des résidus de récolte dans l'agriculture béninoise est dans l'ensemble très faible mais la situation n'est pas la même partout et varie suivant les régions géographiques. Dans le même sens, Fangnon (2012) démontre que l'on observe une diminution progressive de la teneur des sols en matière organique ainsi qu'une forte diminution de l'activité biologique du sol. Pour Pfeiffer (1988), après défrichage, chaulage et fumure, le taux de matière organique décroît du fait d'un surcroît d'activités microbiologiques. L'exposition intense des terres agricoles aux agents atmosphériques contribuent à la dégradation des sols, ce qui est un facteur qui limite la mise en valeur agricole des terres et crée des manques à gagner aux producteurs. Houngbo (2008) estime que «la destruction écologique de la planète ne dépend que du nombre absolu d'individus qui y vivent». L'accroissement de la population entraîne une pression foncière qui se manifeste par une surexploitation du milieu et par conséquent, une dégradation de l'environnement, mettant en péril la durabilité de l'agriculture. Aussi, Delville et Boucher, (1996), ont-ils pu démontrer que la mise en valeur des terres fait baisser le taux de matières organiques et les rendements peuvent rapidement chuter. En d'autres termes, la pauvreté rurale est étroitement liée à la structure et à l'efficience du système de production agricole (FAO, 2007). Noni et *al.*, (1986), estiment que l'érosion constitue l'un des facteurs les plus actifs de dégradation des ressources naturelles (environ 50 % du territoire) et par l'intensité de ses manifestations (200 à 500 T/ha/an). Pour Azontondé (1993), la dégradation des sols est influencée par la forte pression démographique. C'est dire donc que l'accroissement de la

population entraîne une pression foncière qui se manifeste par une surexploitation et la dégradation des terres cultivables. Dans ce cas, on assiste à une baisse de la fertilité des terres agricoles, à l'insécurité alimentaire et la pauvreté du producteur devient grandissante (Freeman, 1994). Dans ce contexte, les aménagements hydro-agricoles constituent des solutions pour une mise en valeur adéquates des terres agricoles.

1.1.3- Aménagement hydro-agricole et mise en valeur des terres

Les paradoxes et contrastes de l'Afrique subsaharienne apparaissent clairement dans le secteur de l'irrigation, où les ressources abondantes ne sont exploitées que de manière sporadique, ce qui rend les récoltes vulnérables aux aléas climatiques et des millions d'Africains incertains de leur approvisionnement en nourriture (Svendsen et *al.*, 2008). Pour ces auteurs, c'est une opportunité manquée pour la croissance économique que de ne pas exploiter pleinement le potentiel d'amélioration de la productivité et la capacité d'ajout de valeur de l'irrigation. De vastes gisements aquifères restent largement inexploités dans une grande partie du continent, excepté en Afrique australe.

Depuis les années 80, le transfert de responsabilités des périmètres irrigués aux agriculteurs organisés est amorcé en Afrique de l'Ouest. Lancée au milieu des années 80, sous la pression des bailleurs de fonds et des institutions internationales, la thématique du « désengagement de l'État » fait aujourd'hui partie du paysage. Ses principes ne sont plus guère remis en cause, au moins ouvertement : recentrage de l'État sur ses fonctions de définition de politique et de service public, libéralisation de la filière agricole et transfert aux privés de l'amont et l'aval de la production, transfert de la gestion des aménagements aux organisations paysannes. (CTA, 1997).

Au Bénin, la mise en valeur agricole de la basse vallée de l'Ouémé à travers les projets d'aménagement hydro-agricole a débuté avec la colonisation française et s'est poursuivie après l'indépendance du pays par la Société Nationale d'Aménagement et de Développement de la vallée de l'Ouémé (SADEVO) jusque dans les années 80. Ces aménagements sont orientés vers la riziculture. Mais selon BAD (1988), l'espoir que l'Etat avait en entreprenant les aménagements se sont très vite dissipés. En effet, l'expropriation des terres, la perturbation du calendrier agricole traditionnel, la pénibilité de la riziculture et la faible rentabilité du riz n'ont pas favorisé l'adoption totale des innovations par les producteurs (Tohozin, 1999). Il conclut qu'avec la persistance de tous les problèmes d'ordre technique, financier et humain, les responsables politiques et les partenaires au développement étaient unanimes à reconnaître

l'échec de l'expérience des grands aménagements hydro-agricoles de la basse vallée de l'Ouémé. L'Etat s'est alors désengagé laissant la gestion des aménagements aux organisations paysannes. Or, la richesse potentielle des terres de la vallée et leur importance toujours plus grande dans l'économie des exploitations familiales paysannes en font un lieu de cristallisation des enjeux fonciers (Grégoire, 1982). Les relations homme/terre sont des freins pour les paysans qui ne disposent pas toujours des terres agricoles à mettre en valeur. L'accès aux terres est souvent l'astreinte d'héritage et d'achat, mais aussi de prêt temporaire, de la location et du métayage qui remplacent le don ou le prêt à durée illimitée. Du fait de la volonté à mettre en valeur une grande superficie, les paysans peuvent opter soit pour l'acquisition de machines agricoles, soit pour une main-d'œuvre importante qui pourrait aussi faire défaut.

De tout ce qui précède, les travaux de recherche effectués jusque-là dans la basse vallée de l'Ouémé ont porté sur des aspects généraux de la production agricole sans tenir compte des spécificités de chaque Commune et des aptitudes culturales de chaque type de sol. C'est pour combler ce vide et contribuer à une meilleure connaissance des facteurs pédologiques, climatiques et socio-économiques à la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou que la présente recherche est initiée.

1.2. Clarification des concepts

Pour une bonne compréhension des concepts utilisés dans ce document, quelques-uns de ces concepts ont été clarifiés afin de lever les équivoques.

- **Système de production agricole**

L'expression a été employée par les agronomes français au XIXè siècle. Les géographes l'utilisent dans le même sens : «la façon dont l'agriculteur tire parti de ses terres : choix des plantes cultivées, assolement» (Meynier, 1958 cité par George, 1996). Pour ce dernier, l'expression «recouvre toutes les formes d'utilisation du sol et la manière d'assurer cette utilisation : elle englobe les formes d'élevage». Il peut également être défini comme un ensemble de ménage-unité d'entreprise (Biaou, 1997). Le même auteur estime que le système de production concerne aussi les modes de transmission des ressources entre les générations, les technologies ou le savoir-faire caractérisant l'exploitation. Le système de production met en exergue les technologies utilisées et les types de travaux effectués (Gnanho, 2008).

Pour la présente étude, les systèmes de production agricole désignent la façon dont l'agriculteur tire parti de ses terres (choix des plantes cultivées, assolement).

- **Systèmes culturaux**

Selon le dictionnaire de la géographie George (1996), on appelle systèmes culturaux ou systèmes de culture les différents types d'organisation spatiale et temporelle qui peuvent être appliqués à l'exploitation individuelle ou collective d'un terroir. Sebillotte (1990) propose la définition suivante : « un système de culture est l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles cultivées de manière identique. Chaque système se définit par :

- la nature des cultures et leur ordre de succession,
- les itinéraires techniques appliqués à ces différentes cultures, ce qui inclut le choix des variétés. »

L'itinéraire technique ayant été lui-même défini comme « combinaison logique et ordonnée de techniques qui permettent de contrôler le milieu et d'en tirer une production donnée. » (Sebillotte, 1974). Il faut voir dans cette définition du système de culture la généralisation, sur du temps long, du concept d'itinéraire technique. Ainsi, le système de culture est une suite ordonnée de cultures et d'actes techniques dans laquelle l'agronome décèle une logique et une gestion adaptative en vue d'objectifs. C'est cette cohérence reconnue entre opérations culturales qui fait système. Il s'agit donc clairement d'une conceptualisation par l'agronome de ce que pratique l'agriculteur sur des parcelles cultivées de manière identique.

Dans le cas de plantes ligneuses en culture monospécifique ou en association, certaines techniques sont appliquées plante à plante de façon adaptée à chacune d'elles. On peut alors se demander si le concept, défini à l'échelle de la parcelle et non de la plante, est encore pertinent. En fait, dans ces cas, du fait des interactions entre plantes voisines, les techniques appliquées à une plante ont des effets sur les voisines. Aussi, même dans ce cas, peut-on étendre le concept de système de culture comme désignant un ensemble cohérent de modalités techniques de culture des végétaux sur une portion d'espace. Concept portant sur des actions culturales, le système de culture sous-entend, du fait que l'agronome y voit une logique entre elles, qu'il est le fruit de décisions. Aussi permet-il de faire le pont entre les déterminants des actions et leurs effets sur la production végétale et les modifications du milieu.

« Un système de culture est une représentation théorique d'une façon de cultiver un certain type de champ » (CNEARC, 1989). Le concept s'applique donc à l'échelle des parcelles qui sont exploitées de la même manière. Un système de culture se caractérise par une homogénéité dans la conduite d'une culture sur un ensemble de parcelles : mêmes espèces, associations de culture, mêmes successions culturales, mêmes itinéraires techniques. C'est un

mode d'exploitation commun à un ensemble d'exploitations. Dans une exploitation, on peut rencontrer plusieurs systèmes de culture.

Dans cette étude, un système de culture est considéré comme un ensemble de procédés utilisés pour exploiter la terre dans le but de produire des végétaux utiles à l'homme.

- **Techniques culturales**

Les techniques culturales sont une gamme ordonnée d'opérations ayant pour finalité la production. Elles sont également l'ensemble des pratiques initiées et développées dans le but d'obtenir des récoltes suffisantes (N'tcha, 2004). Les techniques culturales constituent un maillon important des systèmes culturaux, car un système cultural fait forcément appel à une technique culturale.

Dans la présente étude, les techniques culturales désignent l'ensemble des pratiques initiées et développées dans le but d'obtenir des récoltes suffisantes.

- **Sol**

Le sol est défini de plusieurs façons suivant l'usage que les auteurs en font. Les agronomes nomment parfois « sol », la partie arable homogénéisée par le labour et explorée par les racines des plantes cultivées. On considère qu'un bon sol agricole est constitué de 25 % d'eau, 25 % d'air, 45 % de matière minérale et de 5 % de matière organique.

Les pédologues estiment que la partie arable ne constitue que la partie superficielle du sol. Le pédologue et agronome Demolon (1932) a défini le sol comme étant « la formation naturelle de surface, à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente sous l'influence de divers processus physiques, chimiques et biologiques, au contact de l'atmosphère et des êtres vivants ».

L'aménagement du territoire distingue des catégories d'occupation du sol, avec les sols agricoles, les sols boisés, les sols bâtis et les autres sols. Les définitions du sol sont liées à son utilisation.

Pour un ingénieur civil, le sol est un support sur lequel sont construits les routes et fondés les bâtiments. Pour un ingénieur d'assainissement, le sol est un récipient de dégouts domestiques et municipaux. Pour l'hydrologiste ou hydrologue, le sol est un manteau vivant et végétalisé et permettant le cycle de l'eau. Pour l'écologue, le sol est un habitat et un élément de l'écosystème qui est le produit et la source d'un grand nombre de processus et interactions chimiques, biochimiques et biologiques.

Le sol est généralement défini comme le corps naturel constitué de matériaux organiques et minéraux qui couvre la surface terrestre, (Weller, 2002). Selon ce dernier, la plus importante propriété d'évaluation des terres pour l'agriculture étant la capacité du sol à supporter la végétation, il définit alors le sol comme la partie de la surface terrestre ayant le potentiel d'abriter et d'influer sur les racines, leur développement et celui des plantes. D'après Maignien (1969), le sol se définit comme « une collection de corps naturels occupant une partie de la surface du globe, qui supporte les plantes et dont les propriétés découlent de l'effet intégré du climat et de la matière vivante sur un matériau originel conditionné par la nature des roches, et le temps ». Le sol est la couche externe de la croûte terrestre caractérisée par la présence de nombreux êtres vivants ; il est le siège d'un échange intense de matières et d'énergie entre l'air, l'eau et les roches. Le sol en tant que partie de l'écosystème terrestre occupe une position clef dans les cycles globaux des matières. Il se forme par l'altération, l'érosion, la minéralisation, la décomposition, l'humification et la recomposition superficielle de la roche mère sous l'influence du climat, de la végétation et des organismes. Le sol est un support pour les végétaux et assure l'approvisionnement de ces derniers en éléments nutritifs et en eau (Affossogbé, 2009).

Pour la présente étude, il faut considérer que le sol est « la formation naturelle de surface, à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente sous l'influence de divers processus, physiques, chimiques et biologiques, au contact de l'atmosphère et des êtres vivants ». De ce fait, le sol joue un double rôle : support de la plante (il doit remplir certaines conditions de stabilité, d'aération, de perméabilité etc., c'est-à-dire posséder une structure physique convenable) et garde-manger de la plante (les substances minérales nécessaires à l'alimentation des végétaux doivent s'y trouver en quantité suffisante).

- **Fertilité d'un sol**

Le concept de fertilité des sols, c'est-à-dire leur capacité à subvenir aux besoins des plantes (Sébillotte, 1989), fait partie des concepts classiques et importants de la science du sol et de l'agronomie, qui se sont attaché à comprendre les influences réciproques du milieu physique, et particulièrement du sol, du peuplement végétal et des interventions culturales. La surexploitation des ressources en terres liée à la croissance démographique et des mauvaises pratiques de gestion en terres a entrainé l'incapacité des sols agricoles des pays du sud à fournir des éléments dont la plante a besoin. Cette incapacité se traduit donc par une dégradation du sol.

La fertilité d'un sol est sa capacité à bien nourrir les plantes. La fertilité d'un sol cultivé peut être définie comme sa capacité à pourvoir de manière satisfaisante aux besoins des cultures qu'il porte : sa texture et sa structure sont favorables à la vie microbienne et au développement des racines des espèces cultivées ; les sels minéraux et les matières organiques y existent en quantité et en proportions favorables à l'alimentation des plantes (Dupriez et Leener, 1987).

Dans cette étude, c'est suivant cette définition de Dupriez et Leener, (1987) qu'il faut comprendre le concept de fertilité de sol.

- **Agriculture**

Selon l'encyclopédie libre, l'agriculture (du latin agricultura) est un processus par lequel les hommes aménagent leurs écosystèmes pour satisfaire les besoins de leurs sociétés. Elle désigne l'ensemble des savoir-faire et activités ayant pour objet la culture des terres et, plus généralement, l'ensemble des travaux sur le milieu naturel (pas seulement terrestre) permettant de cultiver et prélever des êtres vivants (végétaux, animaux, voire champignons ou microbes) utiles à l'être humain. En économie politique, l'agriculture est définie comme le secteur d'activité dont la fonction est de produire un revenu financier à partir de l'exploitation de la terre (culture), de la forêt (sylviculture), de la mer, des lacs et des rivières (aquaculture, pêche), de l'animal de ferme (élevage) et de l'animal sauvage (chasse). Dans la pratique, cet exercice est pondéré par la disponibilité des ressources et les composantes de l'environnement biophysique et humain. La production et la distribution dans ce domaine sont intimement liées à l'économie politique dans un environnement global.
Dans le cadre du présent travail, l'agriculture est considérée comme l'ensemble des savoir-faire et activités ayant pour objet la culture des terres à des fins de production végétale.

- **Bas-fond**

Les définitions données au mot bas-fond diffèrent d'un auteur à un autre. Ainsi, Browers (1970) cité par Prince Agbodjan (1999) définit les bas-fonds comme des sols à texture hétérogène situés en position topographique provoquant l'engorgement des sols lors de l'hivernage. L'inondation y est périodique pendant des périodes assez longues. Selon Killian et Teisser (1972) cité par Prince Agbodjan (1999), un bas-fond est une terre basse de petite vallée régulièrement inondée en période de pluie ou traversée par un lit mineur temporaire ou permanent.

Browers (1974) considère comme bas-fond les affluents des rivières qui sont comblés d'alluvions avec un cours d'eau préférentiel dans le lit mineur en forme de «U». Ouédraogo (1987) définit les bas-fonds comme des unités qui s'étalent généralement dans les plaines alluviales. Ils sont souvent de forme allongée. Le modelé est plat et est inondé pendant la saison pluvieuse. Ils sont tapissés d'apports alluvionnaires et colluvionnaires argilo-limoneux à argileux.

Pour Houndagba et *al.*, (1996), les bas-fonds sont les parties plus en amont du système hydrographique ; sont concernés : les fonds de vallée sensu stricto, les petites plaines alluviales qui peuvent être inondées une partie de l'année ainsi que les glacis et versants qui contribuent au fonctionnement hydrique de ces zones dépressionnaires.

Dans le présent travail, il faut considérer le bas-fond comme une terre basse de petite vallée régulièrement inondée en période de pluie ou traversée par un lit mineur temporaire ou permanent.

- **Stratégies d'adaptation**

Capacité d'un système, d'une communauté, d'un individu à s'adapter aux incidences climatiques (actuels, futurs) en vue d'atténuer les impacts négatifs et d'optimiser les impacts positifs. Elles dépendent essentiellement des ressources économiques, sociales et humaines d'une société (Donou, 2009). Au nombre des formes d'adaptation souvent préconisées, figurent les adaptations proactive, réactive, privée, publique, spontanée, planifiée, etc. Une notion fondamentale découle du concept d'adaptation. Il s'agit de la capacité d'adaptation qui comporte deux acceptions : la résilience des écosystèmes entendu en termes de leur aptitude à absorber les impacts pour prévenir, à moyen terme, à des états de dynamique stable sans changement majeur de leurs physionomies initiales et, la capacité d'adaptation de la société entendu en termes de son aptitude à planifier, anticiper et mettre en œuvre des mesures (économiques, technologiques, institutionnels, etc.) de gestion des impacts. L'adaptation des agrosystèmes dépendra donc de la capacité des sociétés concernées à intégrer la résilience des écosystèmes cultivés dans leur planification prospective dans le Moyen Bénin (Issa, 2012).

Dans cette étude, les stratégies d'adaptation regroupent les pratiques agricoles développées par les populations pour réduire les incidences climatiques et pédologiques sur l'agriculture.

- **Contraintes**

Divers sens sont donnés au terme contrainte. Selon le dictionnaire français Larousse (2010), cette notion est synonyme de contraignant, et dès lors, la contrainte vient " en opposition " à quelque chose. Dans le cadre théorique du possibilisme, la contrainte est un facteur limitant et la société doit la surmonter ou s'y adapter.

Selon Jean Pierre Marchand (1985) dans « Contraintes climatiques et espace géographique », les contraintes de la nature relèvent de deux types de dynamiques : l'une spatiale joue sur l'étendue, les conflits, les fronts pionniers, l'autre, temporelle, traduit les vitesses différenciées de la croissance de la végétation ou des mécanismes physico-chimiques. Le même auteur explique que dans le domaine climatique, on distingue classiquement les contraintes statiques et les contraintes dynamiques. Les premières traduisent les interactions entre l'environnement socio-économique et le milieu physique. Elles sont caractérisées par une relative stabilité temporelle et/ou une régularité de leur occurrence, et la société s'y adapte "ex-post". Les contraintes dynamiques fonctionnent, quant à elles, sans aucune régularité temporelle. Leur caractère aléatoire peut provoquer des déséquilibres irréversibles ou durables pour des sociétés non préparées à ce type d'événement.

L'approche des contraintes naturelles dans le cadre géographique des rapports nature/sociétés implique donc la prise en compte de la pluralité et de la relativité de leurs manifestations spatio-temporelles. Dans cette perspective, il serait erroné d'assimiler uniquement l'étude des contraintes naturelles à celle des risques naturels. L'évaluation de leur rôle dans la constitution de mythes devient impératif, dès que leur nature suppose une réflexion sur les relations qu'entretiennent l'idéel et le matériel dans nos sociétés. C'est pourquoi il conclut que les contraintes physiques, naturelles d'une part, les contraintes socio-économiques, mentales, ou historiques d'autre part, ayant chacune leurs propres lois, fonctionnent selon des processus différents, et évoluent selon des vitesses variables... Mais les séparer, au fait, que leurs processus sont de nature différentes, revient à oublier qu'elles ont au moins deux traits communs qui sont le temps et l'espace. Nature et société se meuvent ainsi dans des espaces temps à des rythmes différents avec des processus d'auto corrélations spatio-temporelles. Toutes deux participent à l'organisation, au fonctionnement et à la structuration des territoires. Toutes ces contraintes peuvent entraîner des dysfonctionnements allant jusqu'à une systémolyse territoriale. Le fonctionnement d'un territoire est le résultat d'un champ de contraintes, de l'interaction croisée d'un ensemble de contraintes naturelles, historiques et

mentales. Toutes ces contraintes sont sur le même plan conceptuel à l'intérieur du système. Aucune n'est a priori prépondérante, mais aucune n'est non plus négligeable.

Dans le cadre de la présente étude, il s'agit de considérer comme contraintes biophysiques et socio-économiques, tous les facteurs naturels, historiques, humains, institutionnels et mentaux qui limitent la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans le secteur d'étude.

1.3. Problématique

La problématique regroupe la justification du sujet, les hypothèses de travail et les objectifs de recherche.

1.3.1- Justification du sujet

Le Bénin, un pays essentiellement agricole, qui comptait faire du développement agricole une rampe de lancement de son économie, n'a pas échappé aux plans et projets de développement agricole (MECCAG-PD, 1999). Les pouvoirs publics ont toujours considéré l'organisation des populations rurales comme un instrument essentiel de leur politique de développement économique (Alagbé, 2009). L'agriculture constitue l'activité rurale la plus importante au Bénin et engage la majorité de la population (Adam et Boko, 1993). De 2000 à 2005, elle a assuré la majeure partie (70 %) des exportations, une grande part (40 %) du Produit National Brut (PNB) et environ les trois-quarts de l'emploi (Toukon, 2001). Mais, ce secteur est sujet à un certain nombre de contraintes qui limitent son développement et risquent à terme de compromettre sa durabilité (Agossou, 2001).

Les fluctuations pluviométriques caractérisées par l'augmentation des valeurs extrêmes (Ogouwalé, 2006) influent sur l'agriculture béninoise qui est du type pluvial. La baisse des hauteurs de pluie associée au réchauffement thermique ont induit une dégradation du milieu écologique et se sont soldés par des impacts négatifs sur la production agricole (Boko, 1988 ; Afouda 1990 ; Houndénou 1999). Les dérèglements et les déficits pluviométriques saisonniers enregistrés ont, en effet, perturbé les cycles culturaux, bouleversé le calendrier agricole paysan et rendu non opérationnelles les normes culturales empiriques en vigueur chez les populations paysannes (Vignigbé, 1992). Or, l'agriculture pluviale constitue la principale activité, source de l'alimentation et de revenus pécuniaires des populations paysannes (Afouda, 2007). Dans ces conditions, selon Floquet et Mongbo, (1998), deux issues s'offrent aux producteurs : soit développer des activités autres que la production agricole, soit mettre en valeur des zones humides jusque-là peu exploitées parmi lesquelles les plaines inondables.

Pour se prémunir contre l'irrégularité des saisons, la dégradation des terres du plateau, le raccourcissement progressif de la durée des jachères dû à la pression démographique et la nécessité d'assurer la sécurité alimentaire, les paysans s'investissent dans la mise en valeur des écosystèmes humides, très fertiles, qui offrent plusieurs possibilités agricoles et piscicoles (Orékan, 2000). Les formes d'exploitation continue des terres pendant des siècles ont engendré la dégradation des sols en raison de l'utilisation des pratiques culturales traditionnelles (Houédjissin, 2001). La gestion traditionnelle des terres, les cultures itinérantes sur brûlis et le défaut de maîtrise des techniques de conservation des eaux et des sols ont conduit à la dégradation de la plupart des terres avec pour corollaire la baisse de la fertilité des sols et du rendement des cultures (Djihinto, 1997).

A l'heure actuelle, la vallée du fleuve Ouémé porte les espoirs de développement agricole de toutes les populations implantées sur ses rives. Elle bénéficie d'un climat subéquatorial propice aux activités agricoles avec une moyenne de 1200 mm de pluies par an et présente des sols variés, fertiles, lourds et difficiles à travailler qui bénéficient des apports d'alluvions pendant les hautes eaux (Tohozin, 1999). Leur fertilité potentielle est très élevée et elles constituent d'excellentes terres céréalières (Dissou, 1986). L'agriculture est la principale source de revenus des populations de cette localité et occupe parfois plus de 90 % des hommes (Vodounou, 2002). Mais le régime hydrologique du delta de l'Ouémé est essentiellement marqué par la succession des hautes et basses eaux (Lamouroux, 1972 ; Donou, 2015). En situation climatique extrême (pluies maximales), le régime hydrologique du delta de l'Ouémé est marqué par l'avènement des crues et des inondations des champs installés dans les bas de pente et dans la plaine d'inondation (Donou, 2015).

Les crues dans la vallée de l'Ouémé constituent un facteur important de la production agricole en ce sens qu'elles augmentent ses potentialités agricoles par l'apport de surplus d'eau et d'éléments fertilisants des sols (Lamouroux, 1972 ; Houessou, 2014). Ceci amène les populations installées dans la plaine d'inondation du delta, à pratiquer l'agriculture de contre-saison, en plus de l'agriculture pluviale (Agossa, 1994). Mais, depuis quelques décennies, les crues dans le delta du fleuve Ouémé sont marquées par une irrégularité spatio-temporelle non maîtrisée (Donou, 2015). Les fluctuations pluviométriques observées dans le cours supérieur du fleuve et dans le delta ont été à l'origine de l'irrégularité de l'ampleur des crues et des perturbations du calendrier agricole traditionnel (Houessou, 2014). La conséquence de cette irrégularité est la destruction des cultures, les difficultés de conservation des récoltes et des déficits de productions agricoles (Agossa, 1994). Dès lors, il se pose un problème de pertes

post-récolte et subséquemment de risques alimentaires qui pourraient donc être énormes avec une plus grande vulnérabilité des paysans, des démunis ruraux et urbains, etc. (GIEC, 2001 ; FAO, 2002 ; Ogouwalé, 2004). Pour Agassounon (2002), les sols du delta de l'Ouémé, principalement de type hydromorphe, ont une capacité d'infiltration très faible donc sont très vite saturés, ce qui contribue à l'étalement des inondations. Houessou (1997) renchérit en affirmant que dans la basse vallée de l'Ouémé, ce sont les crues précoces et tardives qui influencent plus les rendements des cultures. A titre illustratif, l'auteur se réfère à l'année de crue précoce dans la basse vallée de l'Ouémé, 1978, où les fortes précipitations dans le bassin supérieur du fleuve Ouémé ont entraîné des crues et des inondations dans la vallée à la mi-juin. Or, cette période correspond au milieu de la campagne agricole dans la vallée. Ces inondations couplées à une sécheresse qui sévissait dans la basse vallée ont entraîné un déficit de production agricole et des situations de famine.

Dans la Commune de Bonou, l'agriculture est l'une des principales activités qui constituent la base de l'économie rurale. Mais, sur les 11.000 hectares de terres agricoles de la vallée dans la Commune de Bonou, seulement 3000 hectares sont mises en exploitation agricole (SCDA-Bonou, 2011). Le bilan vivrier de l'Office National d'Appui à la Sécurité Alimentaire (ONASA, 2009) place la Commune de Bonou parmi les Communes où il existe des poches d'insécurité alimentaire et/ou nutritionnelle. C'est dans cette Commune que les agriculteurs, 53,1 %, sont plus pauvres que les commerçants et les transporteurs, 46,9 % (INSAE, 2001). De cette même source, l'étude sur les conditions de vie des ménages ruraux montre que la pauvreté est plus prononcée chez les femmes chefs de ménage que chez les hommes chefs de ménages dans la vallée de l'Ouémé. Le taux de femmes chefs de ménage pauvres est de 39 % contre 22,5 % pour les hommes chefs de ménages. On peut alors comprendre qu'il existe des contraintes à la production agricole, c'est-à-dire à la mise en valeur agricole d'une vallée dite la deuxième vallée la plus riche au monde après celle du Nil. Cet état de choses suscite bien des interrogations :

- quels sont les modes de mise en valeur des potentialités agricoles de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou ?
- quelles sont les contraintes à la mise en valeur agricole de cette vallée dans la Commune de Bonou ?
- quelles sont les stratégies de gestion de ces contraintes dans la Commune de Bonou?

- quels sont les scénarios de gestion de la vallée dans la Commune de Bonou au regard des limites des modes d'exploitation, des contraintes et des changements environnementaux d'aujourd'hui et de demain ?

Autant de questions qui fondent la présente recherche intitulée ***« Mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou : diagnostic et trajectoire»***. Elle est initiée pour mieux connaitre les potentialités, les modes d'exploitation, les contraintes et dégager les perspectives agricoles dans la Commune de Bonou.

1.3.2- Hypothèses de travail

La présente recherche est basée sur quatre hypothèses :

- les potentialités agricoles de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou sont mises en valeur suivant plusieurs modes d'exploitation ;
- de nombreuses contraintes limitent les modes d'exploitation de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou;
- les populations paysannes développent plusieurs stratégies de contournement des contraintes de la mise en valeur agricole de la vallée ;
- les limites des modes d'exploitation, les contraintes et les changements environnementaux sous-tendent l'élaboration de scénarios de gestion agricole de la vallée.

1.3.3- Objectifs de recherche

L'objectif global de cette recherche est d'étudier les potentialités, les modes d'exploitation et les contraintes de la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou.

De façon spécifique, il s'agit de :

- caractériser les modes de mise en valeur des potentialités agricoles de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou ;
- inventorier les contraintes de la mise en valeur agricole de la vallée dans la Commune de Bonou;
- analyser les stratégies paysannes de contournement des contraintes à la mise en valeur agricole de la vallée dans ladite Commune ;

- proposer des scénarios de gestion agricole de la vallée au regard des limites des modes d'exploitation, des contraintes du milieu et des changements environnementaux d'aujourd'hui et de demain.

Pour atteindre ces objectifs, une démarche méthodologique a été adoptée.

1.4- Approche méthodologique

La réussite de ce travail de recherche a nécessité l'adoption d'une démarche méthodologique. Cette démarche méthodologique se résume en trois étapes : la collecte des données, leur traitement et l'analyse des résultats. Elle est axée sur les données utilisées, les méthodes de collecte desdites données et enfin le modèle d'analyse utilisé pour analyser les résultats obtenus.

1.4.1- Données utilisées

Plusieurs données ont servi à la réalisation de cette recherche. Il s'agit des :

- données climatologiques (précipitations, températures, ETP, humidité relative) extraites de la base de données de l'ASECNA sur la période 1971-2010 ;
- données hydrologiques relatives aux débits du fleuve Ouémé à la station de Bonou sur la période 1971-2010 ;
- données pédologiques qui sont constituées des échantillons de sols, ceci pour rechercher la composition chimique : le potentiel d'hydrogène (pH), la Capacité d'Echange Cationique (CEC), l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K) etc. De même, la texture, la structure (porosité), la rétention en eau du sol ou le complexe absorbant ont été déterminés. Pour ce faire, des trous pédologiques ont été ouverts pour le prélèvement des échantillons de sol qui sont passés à l'analyse au laboratoire ;
- données agricoles constituées essentiellement des statistiques des rendements agricoles de 1998 à 2012 issues du compendium du SCDA-Bonou. Le choix des cultures s'est reposé sur leur importance dans la production agricole et dans les habitudes alimentaires des populations. Il s'agit du maïs qui est la principale céréale cultivée dans la Commune, du manioc qui est une plante à racine qui sert non seulement pour l'alimentation mais aussi pour la commercialisation vers le Nigeria, de la patate douce qui est fortement cultivée sur les terres de la plaine inondable, du niébé qui sert à la consommation et à la commercialisation et du riz qui n'est pas très cultivé dans la Commune mais qui aurait pu être une principale culture au regard de la vaste zone humide mise en place par le fleuve

Ouémé. Les exigences édaphiques de ces cultures ont été croisées avec les caractéristiques physico-chimiques des sols en présence afin de déterminer l'aptitude de ces derniers pour ces cultures.

- statistiques socio-démographiques issues des résultats du recensement de 1979, 2002 et 2013 disponibles à l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE) ;
- modes d'accès aux terres agricoles et leurs implications sur l'agriculture ;
- informations sur les modes d'exploitation des terres agricoles : elles concernent la préparation du terrain, les semis, les cultures associées, les rotations culturales, l'évolution des superficies emblavées, les types d'engrais et de pesticides utilisés pour le traitement des plants, les difficultés rencontrées dans les travaux et les stratégies développées. Des informations relatives aux stratégies d'adaptation développées par les agriculteurs face aux contraintes climatiques et pédologiques ont été aussi collectées.

1.4.2- Exigences climatiques des cultures choisies

Cinq spéculations agricoles sont retenues du fait de leur importance dans les habitudes alimentaires des populations de la Commune de Bonou. Il s'agit du maïs, du riz, du niébé, du manioc et de la patate douce. Les exigences de ces cultures sur le plan climatique sont différentes (Tableau I)

Tableau I : Exigences climatiques des cultures

		Besoin en eau (mm)		
Espèces cultivées	Température moyenne optimale	Hauteur de pluies (mm)	Durée du cycle végétatif en décades	Moyenne par décade
Maïs	22° à 30°C	500	9	55,5
Riz	22°à 30°C	1000	11	90,9
Niébé	25° à 30°C	400	8	50
Patate douce	22° à 30°C	600	12	50
Manioc	25°C à 30°C	500	12	41,6

Source : CENAP, 2005

Du tableau I, on constate que le maïs, le niébé, le manioc et la patate douce sont des cultures qui ont à peu près les mêmes besoins en quantité d'eau pendant le cycle de développement et même par décade. Par contre le riz est plus exigeant en eau durant le cycle de développement et par décade.

1.4.3- Méthode de collecte des données

Les données utilisées dans la présente étude sont collectées en deux (2) phases à savoir : la phase de documentation et la phase d'enquête de terrain.

1.4.3.1. Phase de documentation

Pendant cette phase, il est question de consulter la littérature disponible sur la vallée de l'Ouémé, sur l'aménagement et l'exploitation agricole de la vallée. Ceci permettra de faire le point des recherches antérieures sur l'exploitation de la vallée. Cette recherche documentaire s'est faite dans plusieurs centres de documentations et bibliothèques de la place. Il s'agit du Laboratoire d'Etudes des Dynamiques Urbaines et Régionales (LEDUR), du Laboratoire Pierre PAGNEY, Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE), du Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale (LABEE), du Centre de Recherches Agricoles (CRA) ex CENAP, de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), du Centre de Documentation de la Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines (FLASH), de l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE), de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), de l'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA), du Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP). De même, plusieurs sites WEB sont consultés.

1.4.3.2- Phase d'enquêtes

C'est la phase des travaux de terrain. Elle consiste en la collecte des données nécessaires au test des hypothèses à travers des entretiens structurés. Il importe d'énumérer ici les groupes cibles et les critères de l'échantillonnage.

- **Groupe cible**

Il est constitué des producteurs agricoles, des associations de producteurs, des responsables du Centre d'Action Régional pour le Développement Rural (CARDER) Ouémé/Plateau et du Secteur Communal pour le Développement Agricole (SCDA-Bonou) et des personnes ressources.

Il faut noter qu'avec l'aide des agents du SCDA-Bonou qui ont une bonne connaissance du secteur agricole, la connaissance du milieu (résidence permanente) a été privilégiée pour le choix des producteurs agricoles interrogés.

- **Critère de choix des personnes interrogées**

Les personnes interrogées sont celles qui répondent à l'un au moins des critères suivants:

- être chef de ménage pratiquant l'agriculture dans la Commune de Bonou ;
- être membre d'une association de producteurs ;
- être agent du Secteur Communal pour le Développement Agricole de Bonou (SCDA-Bonou) ;
- être une personne ressource ayant des connaissances avérées dans la production agricole dans la vallée. Ces derniers sont choisis avec l'aide des agents du SCDA-Bonou qui ont une meilleure connaissance des producteurs dans le secteur.

- **Taille de l'échantillon**

La taille de l'échantillon est déterminée par la formule de Schwartz (1995).

Si **n** désigne la taille de l'échantillon, on a:

$n = Z\alpha^2 \times pq/i^2$ avec :

$Z\alpha$ = écart réduit correspondant à un risque α de 5 % ;

p = proportion des ménages agricoles par rapport au nombre de ménages dans la Commune de Bonou (Ménages agricoles : 4275 ; Population agricole: 23138) ;

p= 4275 x 100 / 23138 = 18,47 % = 0,1847

i = précision désirée égale à 5 %.

$n= (1,96)^2 \times 0,1847 (1- 0,1847)/ 0,5^2$

n= 3,84 x 0,15/0,0025 = 231, soit **n = 231**

Ainsi, 231 paysans sont interrogés dans le cadre de la présente recherche. Les 231 personnes interrogées sont choisies dans les cinq arrondissements de la Commune à raison de deux villages par arrondissement (Tableau II). Se fondant sur les chiffres de l'INSAE (2013), le choix des deux villages retenus dans chaque arrondissement est basé sur la proportion d'actifs agricoles et repose sur le fait que dans ces villages choisis, il existe, au regard des échanges avec les agents du SCDA-Bonou, une forte proportion de populations qui s'adonnent aux travaux champêtres.

Tableau II : Effectifs des ménages choisis par arrondissement

Arrondissement	Villages	Nombre de personnes interrogées	Tranche d'âge		Total par arrondissement
			18 à 30 ans	31 ans et plus	
Bonou-centre	Atchabita	25	10	15	
	Ouébossou	21	8	13	46
Affamè	Dasso	21	8	13	
	Sota	21	8	13	42
Atchonsa	Gboa	26	11	15	
	Dogba-Hê	23	10	13	49
Damè Wogon	Assrossa	26	10	16	
	Ahouanzonmè	22	10	12	48
Hounviguè	Hounviguè	25	10	15	
	Abéokouta	21	8	13	47
TOTAL	10	231	93	138	231

Source : Travaux de terrain, mars 2012

En dehors des critères cités supra pour le choix des personnes interrogées, le choix des paysans interrogés repose aussi sur le sexe et sur l'âge. En effet, aussi bien les femmes que les hommes, des jeunes et vieux s'adonnent à la mise en valeur des terres dans la Commune de Bonou. Mais la particularité ici est qu'il n'existe pas de jeunes filles qui disposent d'exploitation agricole pour elles-mêmes mais elles peuvent aider leurs parents. Les femmes ayant des exploitations agricoles sont celles qui sont mariées, veuves ou divorcées. Dans l'échantillon retenu dans le cadre de ce travail, ces femmes propriétaires ont été interrogées. Du coup, dans les 231 personnes interrogées, les jeunes de 18 ans à 30 ans représentent environ 40 %, les femmes 20 % et les personnes ayant plus de 30 ans représentent 40 % de l'effectif.

Cet échantillon est complété par 10 personnes ressources, 02 agents de la mairie, 03 agents du SCDA-Bonou et deux responsables de l'Union Communale des Producteurs. Au total, 246 personnes ont été interrogées dans le cadre de la présente étude.

Par ailleurs, vingt (20) champs sont visités à raison de deux champs dans chaque village pour observer les modes d'occupation de l'espace et les techniques agricoles. Plusieurs techniques et outils sont utilisés pour mener les investigations en milieu réel.

1.4.3.3- Outils et matériels de collecte des données

La collecte des données socio anthropologiques est faite à l'aide des outils tels que le questionnaire, les guides d'entretien et la grille d'observation. Pour les données pédologiques, plusieurs matériels/outils sont utilisés pour la collecte des échantillons de sol qui ont été analysés au laboratoire (Tableau III).

Tableau III: Liste de matériaux utilisés pour la collecte des données pédologiques

Outils	Utilisations
Décamètre	Mesurer la longueur, la largeur, la profondeur et les différents horizons de chaque profil
Sondes (Tarière)	Faire des prélèvements dans les endroits humides ou bien là où la nappe phréatique est proche de la surface pour déterminer les premiers centimètres des sols et connaître leur nature
Pioche	Sert à creuser les fosses
Piochon	Permet de racler et de prélever les échantillons de sols
Perle	Utiliser pour faire sortir de la terre des profils
Code munsell/ Soil color charts	Déterminer la couleur du sol à l'état frais et sec
Pissette	Appareil servant à produire de petit jet d'eau sur la terre pour étudier sa texture
GPS (Global Position System)	Prendre les coordonnées géographiques et l'altitude des différents profils
Clinométre	Pour le levé topographique
Chaîne d'arpenteur	Pour mesurer l'épaisseur des différents horizons du profil
Sceau	Sert à récupérer du sable et surtout l'eau des profils réalisés dans les bas-fonds
Boîte en métal	Pour récupérer les échantillons des différents horizons
Sachet	Pour mettre les différents échantillons à analyser au laboratoire
Appareil photographique	Pour prendre des images des fosses pédologiques

Les différents matériels/outils présentés dans le tableau III ont permis de prélever les échantillons de sol qui sont envoyés au Laboratoire des Sciences du Sol, Eau et Environnement (LSSEE) pour analyse.

1.4.3.4- Techniques de collecte des données

Les techniques de collecte des données utilisées dépendent du type de données recherchées. Dans le cadre de cette étude, il a été collecté des données socio anthropologiques et des données pédologiques.

1.4.3.4.1- Collecte des données socio-anthropologiques

Pour mieux comprendre les modes d'exploitation agricole et les contraintes à la mise en valeur de la vallée de l'Ouémé, l'approche méthodologique a combiné l'utilisation de la méthode d'enquête-diagnostic et celle de la Méthode Active de Recherche Participative (Gueye et Freudenberger, 1991). La méthode d'enquête-diagnostic est utilisée à deux niveaux : le village et l'exploitation agricole. Elle a permis, dans le cadre de cette étude, de recueillir les informations relatives aux difficultés dans la mise en valeur des terres agricoles de la vallée, les conflits fonciers ruraux, la disponibilité de la main-d'œuvre, l'absence ou non des crédits agricoles, l'appui technique dans la mise en valeur agricole des terres dans le secteur d'étude.

Le diagnostic rapide a permis d'appréhender le mental des paysans face aux contraintes liées à la mise en valeur des terres agricoles de la vallée. A travers le diagnostic concerté, les contraintes à la mise en valeur de la vallée dans la Commune de Bonou sont identifiées. Pour y arriver, des entretiens ont été réalisés avec les producteurs. Ces entretiens ont porté sur :

- l'historique de l'exploitation depuis quelques générations afin de comprendre les évolutions récentes du système de production (modification des assolements culturaux, mouvements de main d'œuvre, utilisations passées de l'eau...) ;
- le système de production et son fonctionnement (agronomique, pratiques culturales). Ceci a permis notamment de détailler les itinéraires techniques propres à chaque culture;
- la ressource en eau, plus ou moins accessible aux agriculteurs en fonction de sa proximité souterraine ou de surface dans cet espace de vallée : vulnérabilité en cas de sécheresse ou d'inondation, les besoins pour l'irrigation en particulier, les pratiques (drainage, irrigation) et enfin la perception qu'ont les agriculteurs de leur propre relation à la ressource, c'est-à-dire s'ils s'en considèrent dépendants et à quel niveau.

La Méthode Active de Recherche Participative (MARP) a été utilisée pour collecter les informations relatives au problème de développement agricole dans la vallée en général et surtout dans la Commune de Bonou. Elle part de l'hypothèse que les populations ont élaboré un savoir au fil du temps, qu'il faut nécessairement le respecter pour mener des enquêtes. Cette technique a été également utilisée pour collecter des informations relatives aux perceptions des acteurs du développement agricole. Elle a aussi permis de s'informer sur

l'histoire de l'exploitation agricole des terres de la vallée, les difficultés quotidiennes ainsi que les stratégies paysannes d'adaptation face aux contraintes.

Par ailleurs, quatre focus group ont été réalisés avec les producteurs pour vérifier les informations recueillies au niveau des paysans pris individuellement. Les séances de focus group ont été des occasions pour recueillir auprès des paysans, les informations sur l'exploitation des terres agricoles et en même temps, les points de vue de ces producteurs sur les politiques agricoles et leurs souhaits en matière d'appui institutionnel dans la mise en valeur des terres agricoles dans le milieu.

1.4.3.4.2- Collecte des données pédologiques

Il s'est agi d'abord de faire un sondage. Le sondage est l'observation du sol à 1,2 m de profondeur. Il est fait à la tarière hollandaise. Le sondage. Il a été fait sur les unités de sol identifiées par les études antérieures. Il a permis de noter la couleur, la texture, les taches, les concrétions et la profondeur du sol. Ce sondage a permis de constater la variation des sols avant de creuser les fosses pédologiques suivant les unités pédologiques. La Commune de Bonou compte huit unités pédologiques (LSSEE, 2013). Sur chaque unité pédologique a été installée une fosse. Au total, huit fosses pédologiques ont été ouvertes pour le prélèvement des échantillons de sol pour analyse afin de déterminer les textures, les degrés de fertilité des sols et les caractéristiques physico-chimiques des sols de la Commune. Les huit fosses pédologiques ouvertes sont faites suivant les unités pédologiques du sommet jusqu'à la dépression (Tableau IV).

Tableau IV : Fosses pédologiques ouvertes et leurs coordonnées

Nom du profil	Lieu	Altitude	Coordonnées (en UTM)	
			X	Y
HOUNK 1	Allankpon	110 m	449982	755726
HOUNK 2	Hounviguè	15 m	440999	752358
HOUNK 3	Agbomahan	44 m	445349	761435
HOUNK 4	Gboa	11 m	438729	759836
HOUNK 5	Lohoungbodjè	25 m	443078	767731
HOUNK 6	Affamè Zoukou	48,5 m	434931	767737
HOUNK 7	Ahouandjitomè	14,5 m	441904	754818
HOUNK 8	Ahouanzonmè	20 m	437179	765826

***Source** : Travaux de terrains, septembre 2013*

L'installation des fosses pédologiques a tenu compte, non seulement des unités de sol en présence dans la Commune, mais aussi suivant chaque unité de modelé (sommet, versant, dépression). Ainsi, le profil Hounk 1 est au sommet, Hounk 3 et Hounk 6 se situent dans le

versant et les autres se retrouvent dans la dépression. Chaque fosse pédologique est creusée en deux paliers, le premier avec une profondeur de 1 m et le second palier va à 1,2 m (planche 1).



Planche 1 : Fosses pédologiques ouvertes à Gboa (à gauche) et à Allankpon (à droite)
Source : Hounkanrin B., septembre 2013

Le profil pédologique de chacune des fosses ouvertes est décrit et une analyse du paysage et de l'état des surfaces a été faite. Ceci a permis d'établir un inventaire des horizons avec leurs caractéristiques morphologiques. Une fosse correspond à la somme d'un certain nombre d'informations (c'est la séquence des observations, horizon par horizon d'un sol). Elle est composée d'une succession de couches de terres appelées « horizon » ayant des propriétés physico-chimiques propres. Selon PAP (1976), le profil pédologique permet de connaître la structure et les différents horizons des sols et de faire des prélèvements des échantillons de sol destinés aux analyses dans un laboratoire. Ces échantillons analysés tiennent alors compte des unités morphologiques de la Commune et des unités pédologiques en place (Figure 1). L'analyse des différents échantillons a permis de déterminer les potentialités des terres agricoles dans la Commune de Bonou, leurs aptitudes culturales et les contraintes qu'elles présentent pour la mise en valeur agricole des terres dans la Commune.

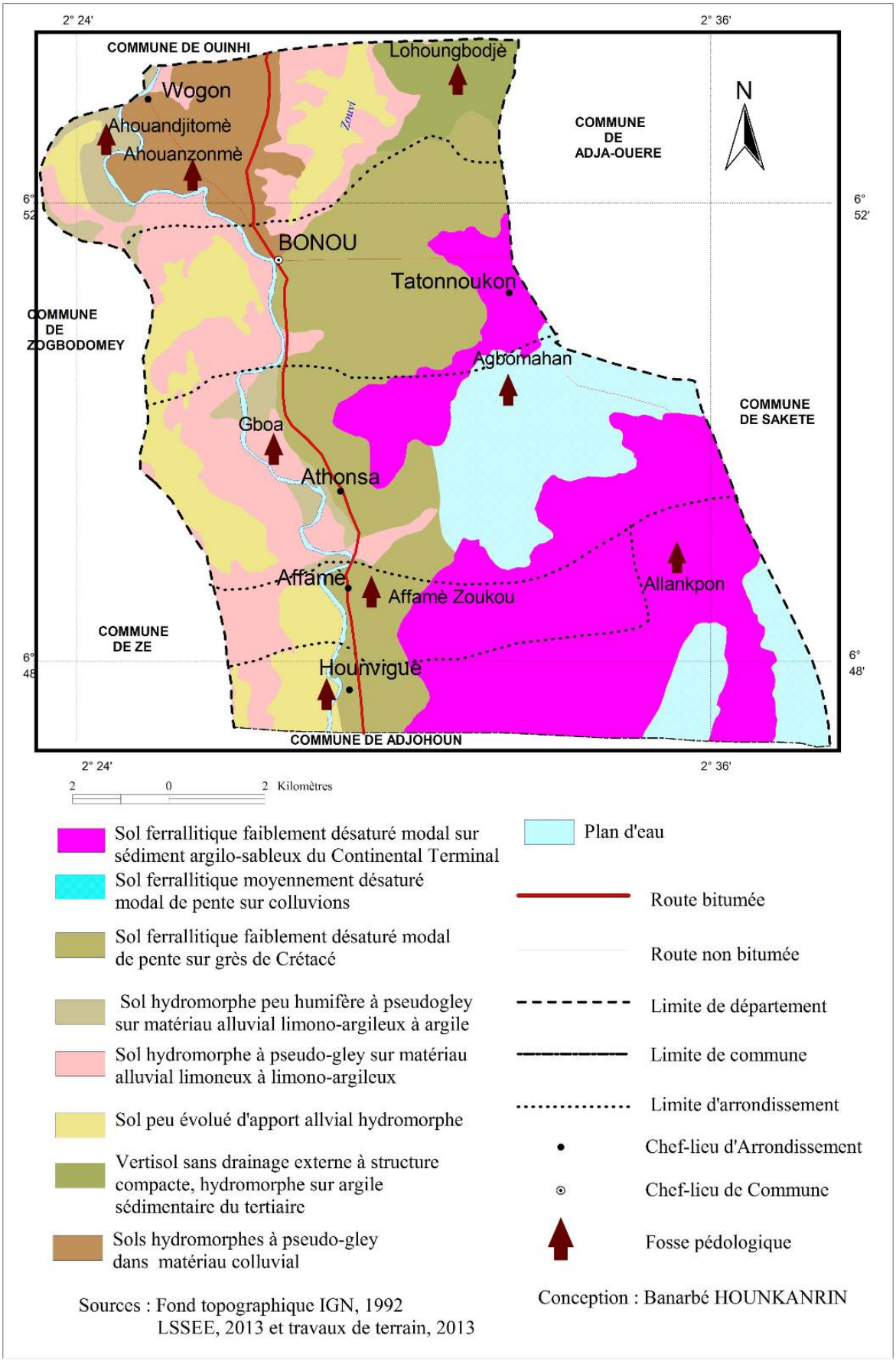

Figure 1 : Répartition des fosses pédologiques ouvertes

1.4.4- Traitement des données

Les questionnaires sont élaborés avec le logiciel Sphinx version 4.5. Les données socio-économiques quantitatives sont représentées sous forme de graphiques. Ces graphiques concernent notamment l'évolution des superficies emblavées, des rendements des principales cultures, les modes d'accès à la terre…

Afin d'identifier le système de culture dominant dans le secteur d'étude, le coefficient de Ruthenberg noté **R** a été calculé. Pour le faire, les données relatives au nombre d'années de mise en culture des terres et la durée de la jachère sont recueillies auprès des paysans Le résultat obtenu permet de déterminer le type de système cultural dominant dans la localité (Wokou, 2014).

$$R = \frac{NC}{NC + DJ} \times 100 \text{ ; avec :}$$

R = Coefficient de Ruthenberg
NC = nombre d'années de culture
DJ = durée de la jachère

L'analyse se fait suivant les cas de figure suivants :

- si **R > 66**, on parle d'un système de culture permanente ;
- si **R < 33**, on parle d'un système de culture itinérante ;
- si **33 < R < 66**, on parle d'un système de jachère.

✶ **Bilan d'évolution des unités d'occupation du sol**

Pour apprécier l'évolution des différentes formations, les opérations suivantes ont été réalisées :

- soit U1986, la superficie d'une unité d'état de surface en 1986 ;
- U2000, la superficie de la même unité d'état de surface en 2000 ;
- U2013, la superficie de la même unité d'état de surface en 2013 ;
- ΔU1 la variation de la superficie de ladite unité d'état de surface de 1986 à 2000.
- ΔU1 = U1986 – U2000
- soit U2 la variation de la superficie de ladite unité d'état de surface de 2000 à 2013
- ΔU2 = U2000 – U2013

Pour cette unité d'état de surface, on peut avoir l'un des trois cas suivants :
- ΔU1 = 0 ; ΔU2 = 0 ; alors il y a stabilité ;

- $\Delta U1 > 0$; $\Delta U2 > 0$; alors il y a évolution progressive
- $\Delta U1 < 0$; $\Delta U2 < 0$; alors il y a une évolution régressive.

Cette méthode a été utilisée pour faire les bilans d'évolution des différentes unités d'état de surface de 1986 à 2000, de 2000 à 2013 puis de 1986 à 2013.

1.4.4.1- Traitement et analyse des données hydro climatologiques

Les données issues des fichiers de valeurs brutes de précipitations et de débits ont été soumises à une vérification systématique. Les erreurs aléatoires flagrantes dues à des fautes de frappe ou à la saisie des relevés ont été éliminées de la banque de données. Ceci a entrainé la suppression d'un certain nombre de valeurs très douteuses. Ces contrôles permettent d'éliminer, les valeurs manifestement fausses, mais ne garantit pas la justesse des données conservées.

Les données manquantes ont été reconstituées. Ce travail a permis de disposer de chroniques les plus complètes possibles, constituant la banque de données opérationnelle, utilisée ensuite pour les calculs. L'estimation des données manquantes est entachée d'incertitudes, et ce, quel que soit le procédé mis en œuvre (Ardoin-Bardin, 2004).

- **Comblement des données manquantes**

L'analyse des séries d'observations pluviométriques révèle que les données de la station de Bonou présentent des lacunes à l'échelle mensuelle (de un à plusieurs mois) et donc annuelle. Ces lacunes sont dues soit à l'absence de l'observation soit à une défaillance du pluviomètre. Le comblement de ces données manquantes a été établi à l'aide de la méthode de corrélation linéaire. C'est un outil statistique qui permet d'étudier la force d'association entre deux variables linéaires (Dumolard *et al.,* 2005). La droite de régression représente la tendance moyenne de corrélation entre *x* et *y*. Le but est de linéariser la représentation du phénomène sous la forme : $\boldsymbol{y = Ax + B}$.

La corrélation est établie soit entre les données de différentes années sur la même station, soit entre les données de la station d'étude et celles d'une station voisine. Cette corrélation est retenue si et seulement si le coefficient de corrélation est supérieur ou égal à 75 %. Cependant les années ne disposant d'aucune donnée n'ont pu faire l'objet de comblement afin de ne pas biaiser les résultats. La méthode de comblement par prévision permet de calculer ou de prévoir une valeur capitalisée à partir de valeurs existantes. La valeur prévue est une valeur x pour une valeur y donnée. Les valeurs connues sont des valeurs x et y existantes, et la

nouvelle valeur prévue est calculée par la méthode de régression linéaire. L'équation de la fonction Prévision est $a+bx$, où $a=\bar{y}-b\,\bar{x}$ et $b=\dfrac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sum(x-\bar{x})^2}$ avec x et y les moyennes d'échantillon moyenne (x_connus) et Moyenne (y_connus), **x** représente l'observation dont la valeur va être prévue; y_ connus représente la matrice ou la plage de données dépendante; x_ connus représente la matrice ou la plage de données indépendante.

- **Evapotranspiration potentielle (ETP)**

L'ETP, associée aux précipitations, assure l'équilibre hydrique de la plante, précise le déficit hydrique et représente l'efficacité thermique du climat (Mankessi, 2013). La détermination par la méthode de Penmam donne une idée de la probabilité des séquences sèches et des séquences de saturation de sol pendant la saison pluvieuse.

Les définitions d'une année humide (ou excédentaire) et d'une année sèche (ou déficitaire) sont très diverses. En effet, on peut définir une année humide ou sèche, soit par rapport aux quantiles, soit par rapport aux écarts types ou, en pourcentage, par rapport à la médiane ou encore à la moyenne.

Dans la présente étude, une année humide ou une année sèche est définie par rapport à l'indice de Lamb (1983) (l'écart à la moyenne normalisé par l'écart type) qui s'exprime par:

$$I(i)=\frac{\mathrm{Pi}-\mathrm{Pmoy}}{\sigma(\mathrm{i})}$$

Où Pi représente le cumul moyen annuel,
Pmoy et $\sigma(i)$ représentent respectivement, la moyenne et l'écart type de la série considérée (1971-2010).

L'écart type, noté σ(i), est la racine carrée de la variance et s'exprime par la formule :

$$\sigma(i)=\sqrt{V}$$

Où V, la variance, est exprimée par : $V=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Pi-\mathrm{Pmoy})^2$

L'écart type a permis de mesurer le degré de variabilité et la dispersion autour de la valeur centrale, il s'obtient en cherchant la racine carrée de la variance.

Ainsi, une année sera considérée comme normale si son indice est compris entre -0,5 et +0,5. Elle sera dite humide si son indice est supérieur à 0,5 et sèche si son indice est en deçà de -0,5.

- **Bilan climatique**

Un climat devient sec quand les précipitations sont inférieures à l'évapotranspiration, et qu'il n'y a pas de réserve d'eau disponible. Le bilan climatique traduit ainsi, en particulier, le rythme des excédents ou des déficits en eau. Il exprime la différence entre la somme des abats pluviométriques et celle de l'évapotranspiration potentielle (ETP) et constitue, lorsqu'il est positif, le surplus disponible pour la recharge en eau du sol (Franquin, 1968 ; Sutcliffe et Piper, 1986). Il s'exprime par la formule ci-après :

$$Bc = P - ETP$$

Avec :

- Bc = bilan climatique en mm ;
- P = pluie totale annuelle en mm ;
- ETP = évapotranspiration réelle en mm.

L'ETP est définie comme la demande climatique en vapeur d'eau.

- Si P - ETP > 0, alors le bilan est excédentaire ;
- Si P - ETP < 0, alors le bilan est déficitaire ;
- Si P - ETP = 0, alors le bilan est équilibré.

Chaque terme de cette équation est évalué à l'aide de méthodes statistiques appropriées.

- **Réserve utile (RU)**

La réserve utile est pour une plante donnée, l'eau disponible entre la capacité au champ et le point de flétrissement permanent. La quantité d'eau retenue dans le sol dépend de la texture de ce sol. La part du réservoir utilisable par la couverture végétale est toujours inférieure à la capacité totale du réservoir. L'eau qui remplit cette part du réservoir est appelée la Réserve Utile (RU). Elle dépend de la vitesse d'infiltration du sol et du volume d'alimentation qui varie avec la texture et la structure du sol (Tableau V). La vitesse d'infiltration du sol n'est pas constante dans le temps mais diminue à mesure que le profil du sol est humide.

Tableau V: Relation entre texture du sol, vitesse d'infiltration, réserve utile et point de flétrissement

Texture du sol et indice en eau				
Classe de texture	**Vitesse d'infiltration (mm/h)**	**Capacité au champ (mm)**	**Réserve utile (mm)**	**Point de flétrissement (mm)**
Sable	50 (525-250)	100	75	25
Sable-limon	25 (15-75)	158	108	50
Limon	12,5 (2,5-15)	267	167	100
Argile-limon et argile limoneuse	8 (8-20) et (0,03-5)	317	167	150
argile	5 (1-15)	325	117	208

Source : Azontondé, 1993

La texture des sols prise en compte est celle de la classe limoneuse, argilo-limoneuse, argilo-sableuse, sableuse et argileuse. La RU est calculée à partir de la formule de Mankessi (2013), qui propose la formule de la loi exponentielle négative de la forme donnée par la formule :

$$RUt = RUo - e^{-\alpha t}$$

Rut = état des réserves à l'instant **t** à la fin d'une période (mois, décade) ;

Ruo = réserves du sol atteintes à la fin de la saison humide selon la nature de la végétation;

e = la base des log népériens ;

α = une constance qui dépend de la RU et **t** = une constance qui dépend de la R.

Elle permet de calculer l'épuisement progressif de la réserve utile du sol en le liant à d'autres paramètres selon une logique (Mounier, 1994). Mais il faut préciser que dans le cadre de la présente étude, la Reserve Utile n'est pas calculée mais pris en compte selon la texture du sol.

- **Matrice d'identification des pratiques agricoles**

La matrice (tableau VI) utilisée par l'OCDE (2000) a permis d'identifier les pratiques agricoles.

Tableau VI : Matrice d'identification et d'analyse des pratiques agricoles

Année	**Typologie de système cultural/ Pratiques agricoles**				**Observations/ appréciation**
	Traditionnelles	Améliorées	Disparues / rares	Apparues	
A_{n+1}					
A_{n+2}					
A_{n+n}					

A_{n+1}= 1ère année, A_{n+2}= 2ème année, etc.

Source : OCDE (2000) modifié par Wokou et *al.*, (2014)

La matrice a permis de faire la synthèse et le diagnostic des données et informations relatives aux pratiques agricoles. Le diagnostic établi a permis d'analyser les changements ou modifications observés dans le rang des pratiques agricoles. Il a été question de savoir si les pratiques culturales développées au cours de la première année agricole sont identiques ou non à la 2ème année, 3ème année, 4ème année et nème année. Cette matrice permet de faire ressortir les dissemblances et les ressemblances (Ben Arfa, 2006).

- **Besoin en eau théorique des cultures**

Le besoin en eau optimum d'une culture ou l'évapotranspiration maximale (ETM) s'obtient en faisant le produit de l'ETP et du coefficient cultural (Kc) de la culture. Le Kc n'est pas une valeur climatique mais un indicateur qui varie par décade et par culture (Houndénou, 1999). La formule est :

$$ETM = Kc \times ETP \quad \text{avec}$$

ETP : évapotranspiration potentielle, exprimée en mm/jour et,
Kc : coefficient cultural qui dépend de l'espèce végétale et de son stade de développement

Les valeurs du Kc sont croissantes du stade de la levée jusqu'au moment de l'épiaison et peuvent atteindre la valeur 1.

1.4.4.2-Traitement et analyse des données pédologiques

Le traitement des données pédologiques et leurs analyses ont été effectués au Laboratoire des Sciences du Sol, Eau et Environnement (LSSEE) de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB).

- **Méthodes d'analyse au laboratoire**

La détermination des caractéristiques physico-chimiques des échantillons de sol a été possible grâce aux opérations suivantes :

✶ **Préparation**

Les échantillons de sol prélevés ont été analysés au Laboratoire des Sciences du Sol, Eaux et Environnement (LSSEE) du Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey (CRA-Agonkanmey/INRAB). Les analyses ont porté sur la granulométrie, le taux de carbone organique (C), le pH, la capacité d'échange cationique (CEC), l'azote total (N), le phosphore (P) assimilable, le potassium (K), le calcium (Ca) et le magnésium (Mg) échangeables, ceci en appliquant la loi des facteurs limitants de Liebig. Ces échantillons de sol ont été d'abord

séchés. Le séchage s'est fait à l'ombre (à l'abri du soleil pour éviter la perte d'éléments volatiles) pendant environ une semaine pour que toute l'eau soit évaporée. Ensuite, le sol est pesé, émietté, tamisé à 2 mm pour la terre fine, le reste de 20µ à 2000µ et conservé dans un tissu approprié. Le refus ou la charge graveleuse ou encore charge ferrugineuse est pesé et son pourcentage est calculé avant d'être stocké.

*** Granulométrie**

La détermination de la granulométrie comporte trois phases :

- une phase de destruction de la matière organique par le traitement à l'eau oxygénée ;
- une phase de dispersion qui met en œuvre l'élimination des ions floculant, l'adjonction du hexamétaphosphate de sodium et l'agitation mécanique par retournement;
- une phase de séparation et de tri des particules par sédimentation et prélèvement à la pipette de Robinson pour les fractions d'argile, de limon et de sable. La granulométrie permet de déterminer dans un échantillon de sol, le pourcentage de sable, de limon, d'argile et de matière organique.

*** pH**

La détermination du pH est faite à l'aide du pH-mètre et les différentes interprétations sont présentées dans le tableau VII.

Tableau VII: Grille d'interprétation des valeurs du pH

Valeurs de pH	Qualification
< 4,5	Extrêmement acide
[4,5 – 5,0]	Très fortement acide
[5,1 – 5,5]	Fortement acide
[5,6 – 6,0]	Moyennement acide
[6,1 – 6,5]	Faiblement acide
[6,6 – 7,3]	Neutre
[7,4 – 7,6]	Légèrement alcalin
[7,7 - 8,4]	Modérément alcalin
[8,5 - 9,0]	Fortement alcalin
> 9,1	Très fortement alcalin

***Source* :** PAP, 1976

*** Matière organique**

La teneur en matière organique (MO) est déterminée par le produit du pourcentage de carbone du sol et du facteur de conversion et de la constante 1,724 à travers la formule :

$$\mathbf{MO = \%C \times 1{,}724}$$

Pour l'interprétation de la teneur en matière organique, le regroupement a été fait en trois classes réparties comme suit :

- teneur élevée en matière organique, taux supérieur à 1,5 % de MO ;
- teneur moyenne en matière organique, taux compris entre 1 et 1,5 % de MO ;
- teneur faible en matière organique, taux inférieur à 1 % de MO.

*** Azote total**

L'azote total est déterminé à la suite de la minéralisation avec l'acide sulfurique (H_2SO4). La distillation est faite en présence de la soude (NAOH) et le dosage de l'azote ammoniacal par H_2SO4 à 1 N. Une grille d'interprétation de la teneur en azote permet de mieux interpréter le taux d'azote dans le sol (tableau VIII).

Tableau VIII: Grille d'interprétation de la teneur en azote

VALEURS DE N	INTERPRETATIONS
+ 3 %	Très riche en azote
2– 3 %	Riche en azote
1-2 %	Moyennement riche en azote
-1 %	Faiblement faible en azote

***Source* :** PAP, 1976

*** Capacité d'Echange Cationique (C.E.C), taux de saturation (V) et somme des bases échangeables (S)**

La CEC est la mesure de la taille du réservoir en éléments nutritifs capables de passer facilement dans la solution du sol. Elle varie en général de 8 (sols sableux, pauvres en M.O) à plus de 20 meq/100g (sols argileux, riches en M.O) et indique le remplissage de ce réservoir (Védié, 2008). Elle est déterminée de la même manière que dans le cas de l'azote après déplacement de NH4 fixé sur le complexe absorbant. Ce déplacement est fait par une solution de KCl. Le taux de saturation est déterminé par le produit du rapport S/T et d'un réel 100 :

V = (S/T) x 100 avec**,**

S la somme des bases échangeables (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+}) en méq/100g de sol.

Il y a une grille d'interprétation des valeurs de la CEC et du taux de saturation (Tableau IX).

Tableau IX: Grille d'interprétation du CEC et du taux de saturation

Interprétation	**Très faible**	**Faible**	**Moyenne**	**Forte**	**Très forte**
CEC	< 5	5 à 10	10 à 25	25 à 40	> 40
Interprétation	**Réserve très faible**	**Faible**	**Moyenne**	**Forte**	**Très forte**
S	< 2	2 à 5	5 à 10	10 à 15	>15
%V = S/T*100	< 15	15 à 40	40 à 60	60 à 90	90 à 100

***Source* :** PAP, 1976

Après avoir présenté la grille d'interprétation de la CEC et du taux de saturation, la grille du degré de lessivage d'un sol en bases est présentée dans le tableau X.

Tableau X: Grille d'interprétation de la saturation du sol en bases

INTERPRETATIONS	VALEURS
Très faiblement lessivé	V = 70 – 100 %
Légèrement lessivé	V = 50 – 70 %
Modérément lessivé	V = 30 – 50 %
Fortement lessivé	V = 15 – 30 %
Très fortement lessivé	V = 0 – 15 %

Source : PAP, 1976

- **Equilibre cationique**

Il y a équilibre cationique dans un sol lorsque les rapports du calcium (Ca) et du magnésium (Mg) donnent une valeur supérieure à un et inférieure ou égale à dix et ou lorsque les rapports du magnésium (Mg) et du potassium (K) donnent une valeur supérieure à trois et inférieure ou égale à vingt (SYS, 1976). L'équation est:

$$\mathbf{1 < Ca/Mg < 10 \text{ et } 3 < Mg/K < 20}$$

*** Phosphore assimilable**

Le phosphore assimilable est déterminé par la méthode BrayI qui passe par l'extraction après agitation du mélange sol-solution BrayI et enfin dosé au colorimètre en présence d'acide ascorbique et du molybdate d'ammonium après un léger chauffage au bain-marie à 80 °C. La grille d'interprétation du phosphore retenue est celle de PAP (1976) (tableau XII).

Tableau XI: Grille d'interprétation du sol en phosphore

VALEURS DE P	INTERPRETATIONS
> 20 ppm	Valeur élevée en phosphore
10 à 20 ppm	Valeur moyenne en phosphore
≤ 10 ppm	Valeur faible en phosphore

***Source* :** PAP, 1976

La détermination des différentes valeurs du phosphore est faite en multipliant les résultats du laboratoire par la constante : 2,3.

- **Détermination de la classe texturale**

L'évaluation des classes texturales est faite en suivant les principes de classification des terres (PAP, 1976). Six classes sont retenues pour la classification :

- A : texture très fine, correspondant aux classes argile et argile limoneuse ;

- E : texture fine, correspondant aux classes argile sableuse, limon argileux et limon argileux fin ;
- M : texture moyenne, correspondant aux classes limon argilo-sableux, limon, limon fin et limon très fin ;
- N : texture moyenne à grossière, correspondant à la classe limon sableux ;
- S : texture grossière, correspondant à la classe sable limoneux ;
- Z : texture très grossière, correspondant à la classe sable.

Les classes texturales et les indices des différents sols sont déterminés suivant une grille (Tableau XII).

Tableau XII : Grille d'interprétation des indices texturaux des sols

N°	Texture	Indice	Texture fine
1	A et AL	A	Texture très fine
2	AS, LA et LAf	E	Texture fine
3	LAS, L et Lf	M	Texture moyenne
4	LS et Lf	N	Texture moyenne grossière
5	SL	S	Texture grossière
6	S	Z	Texture moyenne très grossière

***Source* :** PAP, 1976

Le pourcentage de l'argile, de limon et du sable est déterminé dans les différents horizons. La détermination du pourcentage de ces trois éléments (argile, limon et sable) est faite et permet d'apprécier le degré textural du sol (Tableau XIII).

Tableau XIII: Grille d'interprétation du pourcentage de l'argile, limon et du sable

Diamètre	Eléments déterminés	Somme
0 – 2 µ (microns) %	Argile	Argile en %
2 – 20 µ (microns) %	Limon fin	∑ Limon %
20 – 5 µ (microns) %	Limon grossier	
50 – 200 µ (microns) %	Sable fin	∑ Sable %
200 – 2000 µ (microns) %	Sable grossier	

***Source* :** PAP, 1976

- **Détermination de la moyenne pondérale des différents éléments**

L'appréciation du degré de fertilité des sols est déterminée en calculant la moyenne pondérale dans les vingt premiers horizons de la matière organique, de l'azote, du phosphore (P), du potassium (K) du pH, de la Capacité d'Echange Cationique (CEC) et de la saturation en bases à travers la formule suivante :

$$\text{Moyenne pondérale de X (\%)} = \frac{Ep1 \times QXdeEp1}{PfTotale} \text{ avec :}$$

Ep1, Epaisseur de l'horizon 1; **QX**, la quantité de l'élément et **Pf**, la profondeur totale.

- **Détermination de la texture du sol**

La texture du sol est déterminée par la moyenne pondérale des pourcentages de chaque élément (argile, limon et sable) par la formule :

$$X = \frac{Q \times Hz}{Pfr} \text{ avec :}$$

- X, le pourcentage de l'élément ;
- Q, la quantité de l'élément (argile ou le limon ou le sable) ;
- Hz, l'épaisseur de l'Horizon et;
- Pfr la profondeur totale du profil.

Après avoir calculé la moyenne pondérale des différents éléments (argile, limon et le sable), la classe texturale est déterminée à l'aide du triangle textural ou diagramme textural (Figure 2).

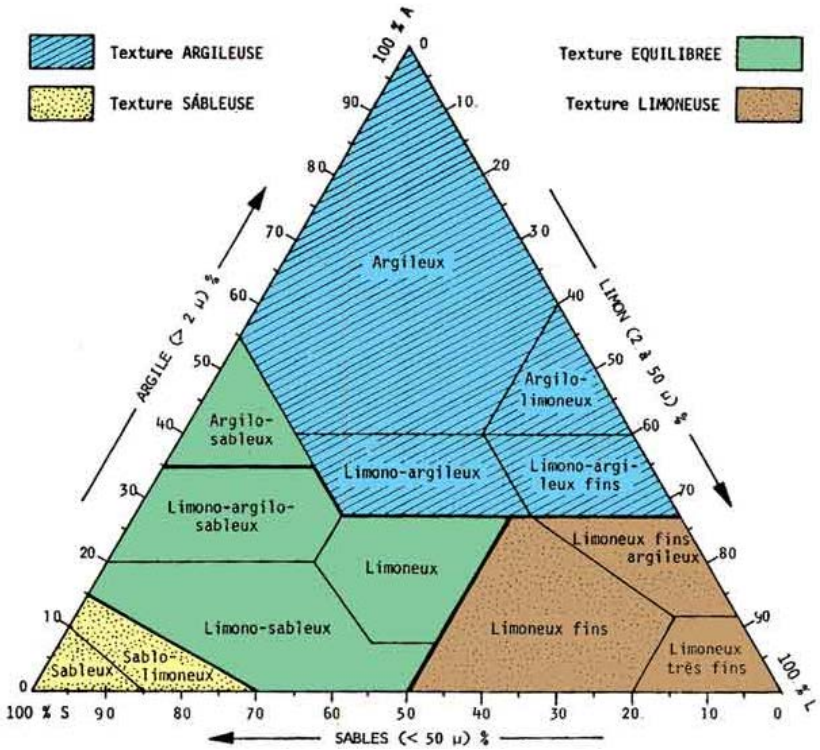

Figure 2 : Triangle textural ou diagramme textural
Source : http://scfp.ca/agriculture-et-securite

Sur l'axe de chaque élément est tracée une droite parallèle correspondant au pourcentage de l'élément considéré. Ainsi le point d'intersection sur le triangle textural permet de déterminer la texture.

Après détermination de la classe texturale, la grille d'interprétation de l'aptitude des sols est faite (FAO, 1975) et présentée dans le tableau XIV.

Tableau XIV : Grille d'interprétation de l'aptitude culturale des sols

ORDRES	CLASSES
S : Apte S1	Aptes
S2	Moyennement aptes
S3	Marginalement aptes
V : Inapte V1	Actuellement inaptes
V2	Inaptes

***Source* :** FAO, 1975

Les classes d'aptitude sont reparties en cinq classes à savoir :

S1 : Apte ; les sols de la classe S1 sont aptes pour le type d'utilisation ; ils ne présentent pas ou seulement de faibles limitations.

S2 : Modérément aptes ; les sols S2 sont aptes mais nécessitent des techniques culturales adaptées, labour contrôlé, léger drainage etc. Ils ne présentent pas plus de 3 limitations modérées éventuellement associés à de faibles limitations.

S3 : Marginalement aptes ; le rendement de ces sols est mis en cause ; ils possèdent plus que 3 limitations modérées et pas plus d'une limitation sévère qui n'empêche cependant pas la culture de façon absolue.

V1 : Actuellement inapte ; potentiellement apte. Sols avec plus d'une limitation sévère qu'on peut cependant corriger dans les conditions économiques actuelles.

V2 : Inapte, sols présentant des limitations sévères ou très sévères qui ne peuvent être corrigées dans les conditions économiques actuelles.

Il s'agit aussi de distinguer l'évaluation actuelle de l'évaluation potentielle. L'évaluation actuelle se réfère à la valeur des terres dans les conditions actuelles. L'évaluation potentielle envisage la valeur après réalisation de travaux d'aménagement. Ainsi un sol appartenant à la classe S3 après aménagement peut passer en classe S2 ou S1. Son aptitude actuelle est S3, la potentielle est S1 ou S2. Un sol V1 peut se classer comme potentiellement apte.

- **Détermination du refus**

Dans un premier temps, l'échantillon de sol est mis dans un récipient puis tamisé avec un tamis de 2 mm de diamètre. Après la masse du résidu (R) en plus du récipient, sont déterminés pour calculer le refus ou la charge graveleuse ou charge ferrugineuse. Elle s'obtient par la formule :

$$\% \text{ Refus} = \frac{Q \times 100}{PT} \text{ avec :}$$

- Q = R -240 (masse du récipient) ;

- R masses du récipient plus le résidu ;
- PT poids total (masse de l'échantillon plus masse du récipient).

- **Critères de classification de l'aptitude des sols**

Pour étudier l'état de fertilité des sols, le critère de classification définit par le projet agro pédologique du LSSEE a été utilisé. Ainsi, la définition des classes ou sous-classes est basée sur les limitations. Un sol sans limitation est un sol qui a des qualités suivantes : (i) disponibilité en eau ; (ii) disponibilité en éléments nutritifs ; (iii) disponibilité en oxygène et un volume pour le développement radiculaire. Lorsque ces qualités ne sont pas remplies, on dira que ce sol présente des limitations. Les degrés de limitations retenues par l'INRAB (1990) sont présentés dans le tableau XV.

Tableau XV: Grille d'interprétation de l'intensité des limitations

	Degré de limitation	Situation
0	Pas de limitation	Caractéristique optimale
1	Limitation légère	Pouvant légèrement diminuer les rendements sans imposer les techniques culturales spéciales
2	Limitation modérée	Cause une diminution plus importante des rendements ou la mise en œuvre des techniques culturales spéciales. Ne met pas en cause la rentabilité
3	Limitation sévère	Cause une diminution très importante des rendements ou la mise en œuvre des techniques culturales spéciales. Peut mettre en cause la rentabilité
4	Limitation très sévère	Ne permet pas d'utiliser la terre à des fins agricoles

***Source* :** INRAB, 1990

Du tableau XV, on retient cinq degrés d'intensité des limitations:

0 : pas de limitation, la caractéristique considérée est optimale.

1 : limitations légères, se référant à des situations qui pourraient légèrement diminuer les rendements sans cependant imposer des techniques culturales spéciales.

2 : limitations modérées, se référant à des situations qui causent une diminution plus importante des rendements ou la mise en œuvre de techniques culturales spéciales. Ces limitations ne mettent pas la rentabilité en cause.

3 : limitations sévères, se référant à des situations qui causent une diminution des rendements ou la mise en œuvre de techniques culturales qui pourraient mettre la rentabilité en cause.

4 : limitations très sévères, se référant à des situations qui ne permettent plus l'utilisation de la terre pour le but précis.

- **Détermination des classes d'aptitude culturale**

La détermination des classes d'aptitude culturale est définie en suivant des critères de classification. Ces critères ont été définis en suivant les indices, l'intensité des limitations, les marges et les classes (tableau XVI).

Tableau XVI: Grille d'interprétation de l'Intensité des limitations par classe

Indices	Intensité des limitations	Marges (%)	Classes
0	Pas de limitations	+ 90	S_1
1	Limitations légères	75 à 90	S_2
2	Limitations modérées	60 à 75	S_3
3	Limitations sévères	50 à 60	V_1
4	Limitations très sévères	< à 50	V_2

***Source* :** PAP, 1976

A partir des informations du tableau XVI, on peut faire la classification des classes de fertilité des sols. Ces classes sont définies en fonction des limitations à cause de leur degré d'intensité. Les critères de détermination des classes d'aptitude sont présentés dans le tableau XVII.

Tableau XVII: Grille de détermination des classes de sol

Classes	Caractéristiques
Classe I	Sols ne présentent pas ou présentent une faible limitation
Classe II	Sols ne présentent que trois limitations modérées associées à de faibles limitations
Classe III	Sols présentant trois limitations modérées associées à des limitations sévères
Classe IV	Sols présentant plus trois limitations modérées associées à des limitations très sévères

***Source* :** PAP, 1976

Pour ces classes de fertilité, la grille d'interprétation est présentée dans le tableau XVIII.

Tableau XVIII: Grille d'interprétation du critère d'évaluation de la fertilité des sols

Caractéristiques	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV
MO (%)	> 2	1-2	1-0,05	< 0,05
N (%) à pH 6	> 0,08	0,045 – 0,08	0,045-0,03	< 0,03
P.ass.Bray 1	> 20	10-20	10-5	< 5
K (méq/100g de sol	> 0,4	0,2 – 0,4	0,2-0,1-	< 0,1
Somme (S) (méq/100g de sol)	> 10	5 – 10	5-2	< 2
Saturation en bases (%)	> 60	40 – 60	40-15	< 15
CEC (méq/100g de sol)	> 25	10 – 25	10-5	< 5

***Source* :** PAP, 1976

MO = Matière organique ; N = Azote ; P = Phosphore ; K= Potassium ; CEC = Capacité d'Echange Cationique

Après avoir décrit les différentes caractéristiques, un sol fertile sans limitation doit présenter une teneur en matière organique supérieure à 2 %, un taux d'azote à pH 6 supérieur à 0,08 %, un pourcentage de phosphore (P) assimilable supérieur à 20, une teneur en potassium (K) supérieure à 0,04 méq/ 100 g de sol. De même, il faut que la somme des bases échangeables

(S Bases) soit supérieure à 10 méq/ 100 g de sol, une saturation en bases (V) supérieure à 60 % et une capacité d'échange cationique (CEC) supérieure à 25 méq/ 100 g de sol. Lorsque ces critères sont remplis, on est en présence d'un sol de la classe I.

1.4.5- Modèle d'analyse des résultats

L'analyse des résultats est faite à l'aide d'un modèle calqué sur le modèle SWOT (Strengths-Weakness-Opportunities-Threats) qui est représenté dans la figure 3.

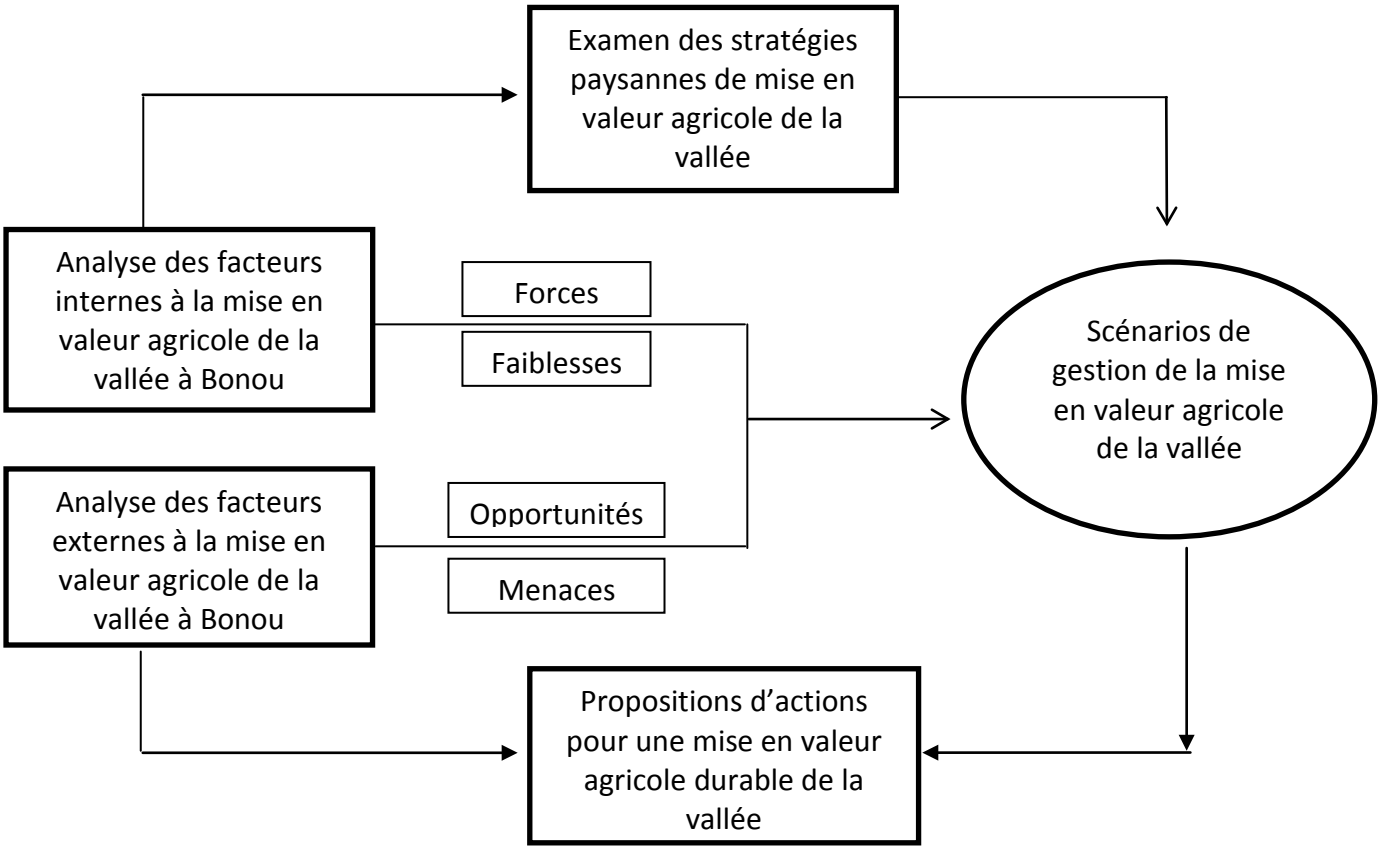

Figure 3: Adapté du modèle SWOT pour l'analyse des résultats

De la figure 3, il faut retenir que :

- les forces et les faiblesses sont des facteurs internes au système opérationnel. Les forces sont les atouts sur lesquels on peut compter et les faiblesses sont les insuffisances à combler pour une mise en valeur agricole réussie;
- les opportunités et les menaces sont liées aux facteurs externes au système opérationnel. Les opportunités constituent des domaines d'action à valoriser pour réussir la mise en valeur agricole de la vallée. Les menaces correspondent à un problème posé par une tendance défavorable ou une perturbation externe au système opérationnel.

Conclusion partielle

La Commune de Bonou, située dans la basse vallée de l'Ouémé, se trouve confrontée à des problèmes de mise en valeur agricole des terres. Dans le cadre théorique, la revue de littérature fait le point des travaux qui ont été fait sur une problématique pareille dans d'autres localités. Les différents sujets abordés au Bénin parlant seulement de la problématique de l'agriculture dans la basse vallée de l'Ouémé, la présente étude vient combler un vide : elle s'inscrit dans la problématique générale des changements environnementaux globaux et plus spécifiquement sur la problématique de la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou. Des objectifs ont été fixés pour atteindre ce résultat. Quant à la démarche méthodologique, elle regroupe toutes les méthodes utilisées pour atteindre les objectifs. Plusieurs traitements statistiques ont été faits des données pluviométriques. Les données manquantes ou erronées ont été comblées.

Une fois les aspects conceptuels et méthodologiques présentés, il est nécessaire de présenter les fondements biophysiques et humains qui déterminent la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou.

CHAPITRE II
FONDEMENTS BIOPHYSIQUES ET HUMAINS A LA MISE EN VALEUR AGRICOLE DE LA VALLEE DANS LA COMMUNE DE BONOU

Le chapitre II est consacré à l'analyse des facteurs naturels et humains qui favorisent la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou. Un accent particulier est mis sur les caractéristiques des différents types de sols dans la Commune et leur description. Mais avant, le cadre physique de l'étude est présenté.

2-1- Déterminants biophysiques

Cette partie du travail présente les facteurs naturels qui favorisent ou handicapent la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans ladite Commune. Ces facteurs concernent essentiellement la situation géographique du milieu, les caractéristiques morphologiques de la Commune, les propriétés physiques des sols, les caractéristiques hydro-climatiques, la végétation et le réseau hydrographique de la Commune de Bonou.

2.1.1-Situation géographique

La Commune de Bonou qui fait objet de la présente étude est située dans le département de l'Ouémé entre 6°45' et 6°55' de latitude nord et entre 2°15' et 2°40' de longitude est (Plagbeto, 2011). Elle est limitée au nord par la Commune de Ouinhi, au sud par celle d'Adjohoun, à l'est par les Communes de Sakété et de Adja-Ouèrè et à l'ouest par celles de Zê et de Zogbodomè (figure 4). Elle couvre une superficie de 250 km^2 et compte une population de 44 430 habitants (INSAE, 2013) répartie dans cinq arrondissements et vingt-huit villages ou quartiers de ville.

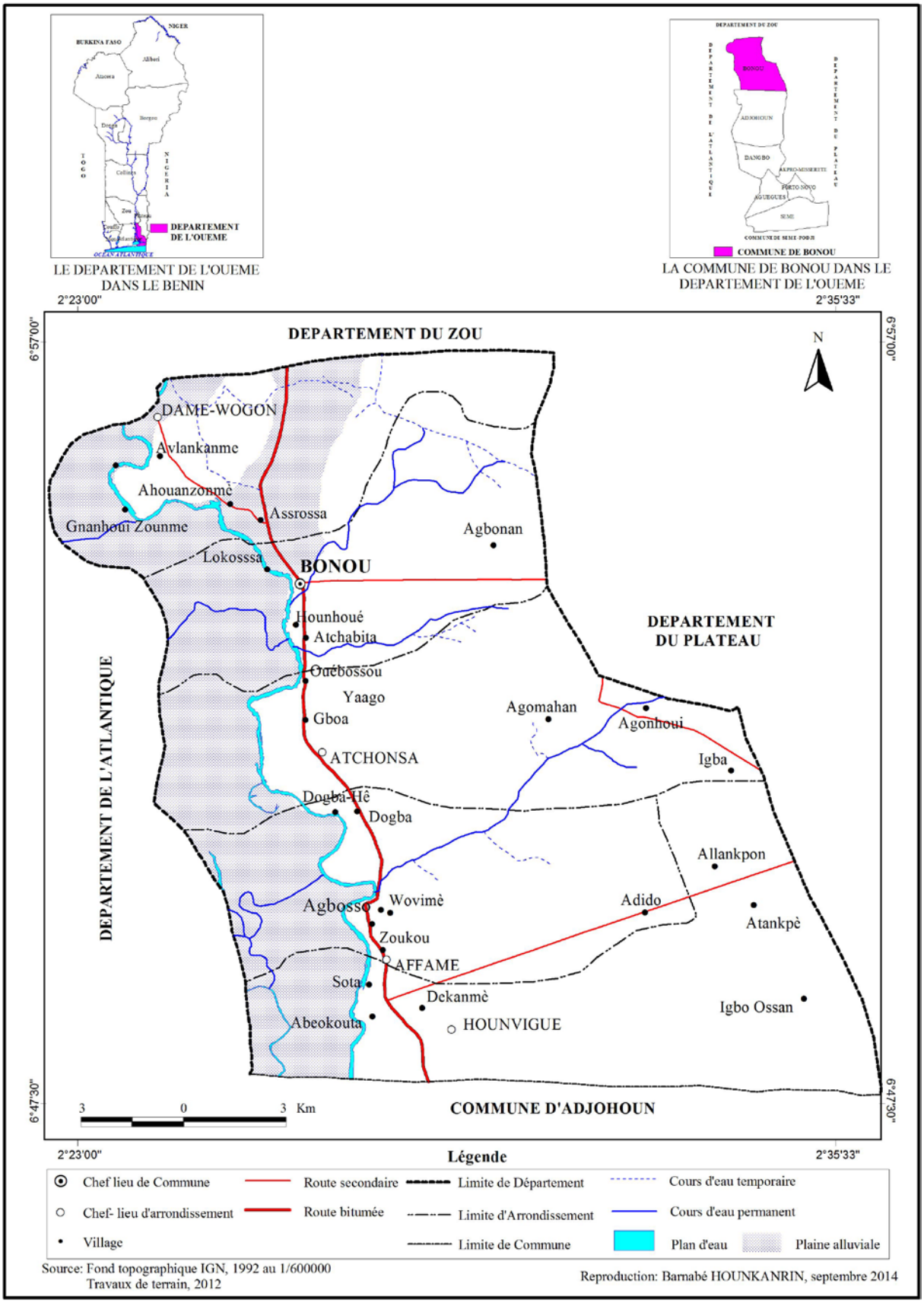

Figure 4: Situation géographique de la Commune de Bonou

2.1.2-Caractéristiques morphologiques de la Commune

La Commune de Bonou a des potentialités sur le plan morphologique. On distingue, selon les résultats des travaux de Plagbeto (2011), plusieurs sous-ensembles caractéristiques (figure 5):

- une large dépression argilo-marneuse qui longe le fleuve Ouémé et constitue la plaine d'inondation. Cette dépression traverse tous les arrondissements de la Commune de Bonou mais avec des superficies différentes d'un arrondissement à un autre. L'arrondissement de Damè-Wogon est totalement dans la dépression ;
- un vaste plateau argilo-sableux qui est constitué de l'ensemble des terres exondées de la Commune. Ce plateau est plus étendu dans les arrondissements de Hounviguè, Affamè, Atchonsa et Bonou-centre;
- une petite portion de sédiments fluvio-lagunaires située au nord-ouest de la Commune dans l'arrondissement de Damè-Wogon ;
- une bonne partie de vallon en berceau mise en place par les rivières Wovi, Gba et Gnahoui.

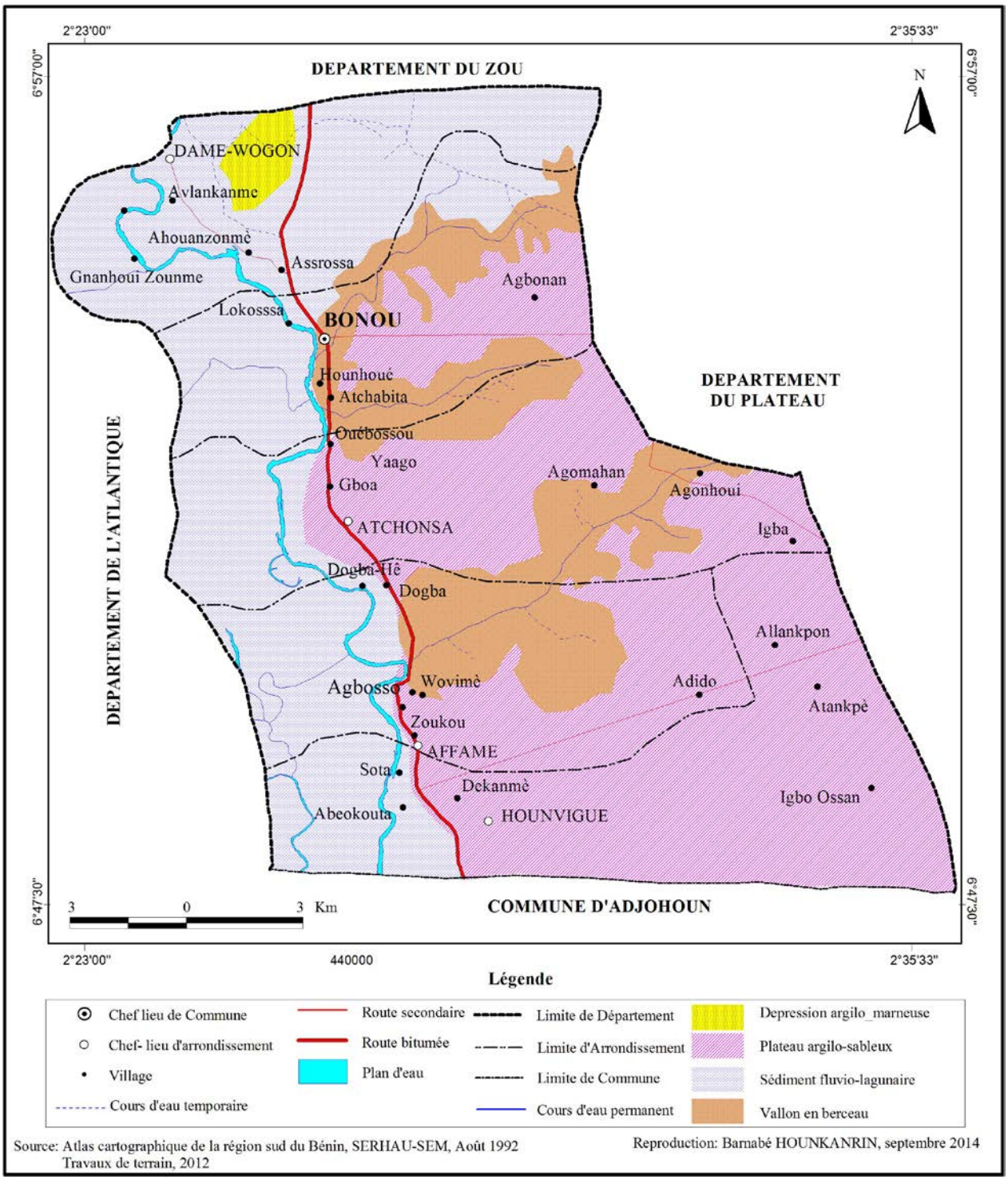

Figure 5: Unités morphologiques de la Commune de Bonou

A travers la figure 5, on constate que la Commune de Bonou dispose des unités morphologiques peu accidentées et facilement exploitables à des fins agricoles. De plus, les rivières dans la Commune de Bonou ont contribué à la mise en place des bas-fonds qui se révèlent de nos jours, une alternative agricole face à l'appauvrissement des terres du plateau. On distingue dans la Commune de Bonou plusieurs bas-fonds (figure 6)

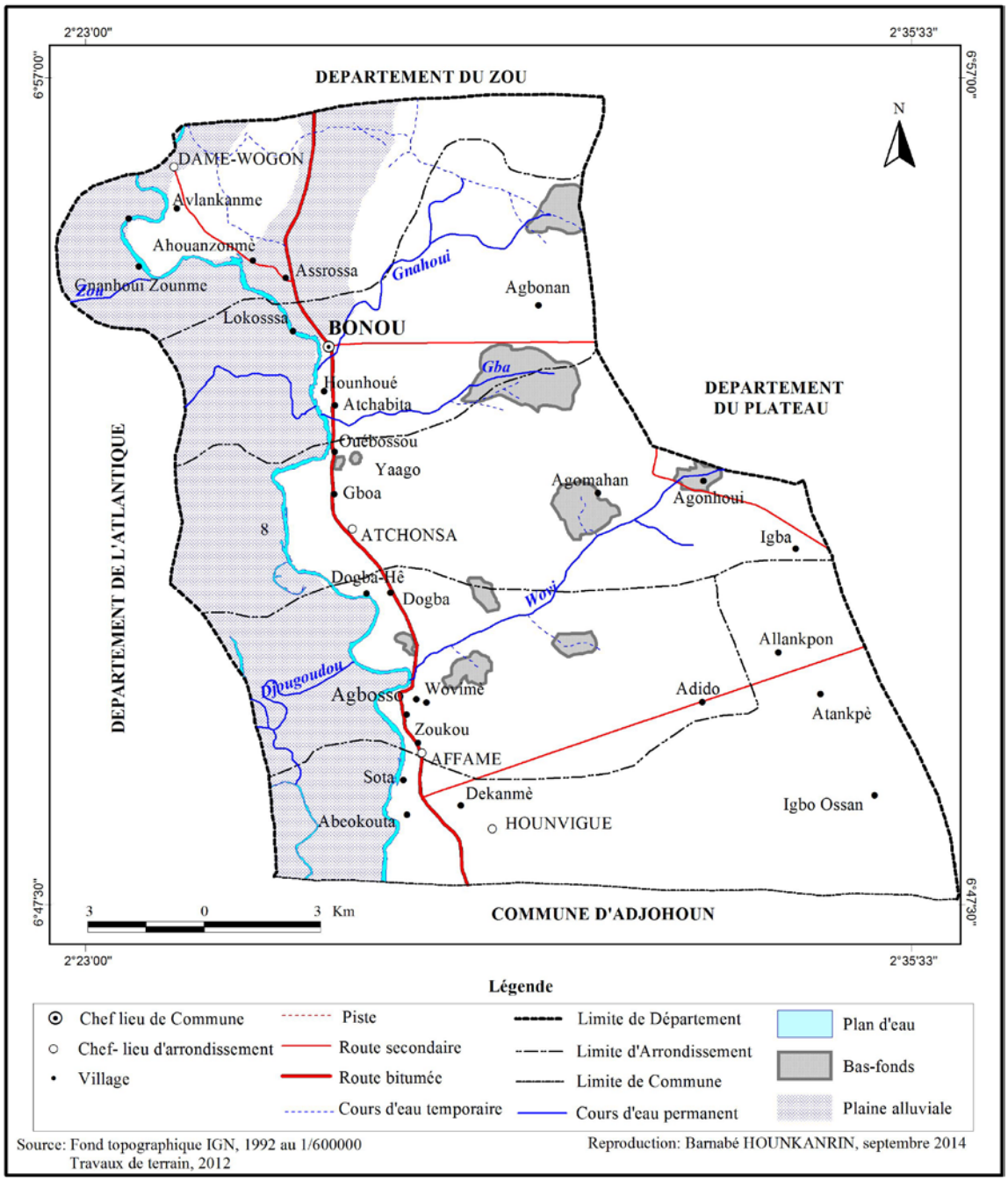

Figure 6 : Répartition des bas-fonds dans la Commune de Bonou

L’ensemble des bas-fonds couvre une superficie d’environ 700 ha (CARDER-Ouémé/Plateau, 2012) et constitue une véritable alternative pour la mise en valeur agricole des terres dans la Commune de Bonou. En effet, espaces spécifiques du fait de leur fonctionnement hydrologique, les bas-fonds s'intègrent au sein des systèmes de production dans la Commune de Bonou. Ces bas-fonds sont exploités pour la culture pluviale. Les pratiques paysannes en bas-fonds (choix des cultures, itinéraires techniques, investissements en main-d’œuvre) dépendent de l'ensemble du système de production, et au-delà de l'ensemble, du système d'activité et des logiques familiales : assurer l'alimentation du groupe familial; obtenir les revenus monétaires nécessaires pour faire face aux besoins de consommation et aux dépenses de culture et maintenir la cohésion du groupe. Les cultures rencontrées dans les bas-fonds sont généralement le riz, le manioc, le maïs…et les cultures maraichères.

2.1.3- Formations pédologiques de la Commune de Bonou

Plusieurs types de sol sont rencontrés dans la Commune de Bonou avec des propriétés diverses et variées d’un type de sol à un autre. Dans cette partie du travail, les différents types de sol et leurs propriétés physiques sont présentés. LSSEE (2013) distingue 8 types de sol dans la Commune de Bonou (figure 7) :

- Sol ferralitique faiblement désaturé modal sur sédiment argilo-sableux du Continental Terminal ;
- Sol ferralitique moyennement désaturé modal de pente sur colluvions ;
- Sol ferralitique faiblement désaturé modal de pente sur grès du Crétacé ;
- Sol hydromorphe peu humifère à pseudo-gley sur matériau alluvial limono-argileux à argile ;
- Sol hydromorphe à pseudo-gley sur matériau alluvial limoneux à limono-argileux ;
- Sol peu évolué d’apport alluvial hydromorphe ;
- Vertisol sans drainage externe à structure compacte, hydromorphe sur argile sédimentaire du tertiaire et ;
- Sol hydromorphe à pseudo-gley dans matériau colluvial.

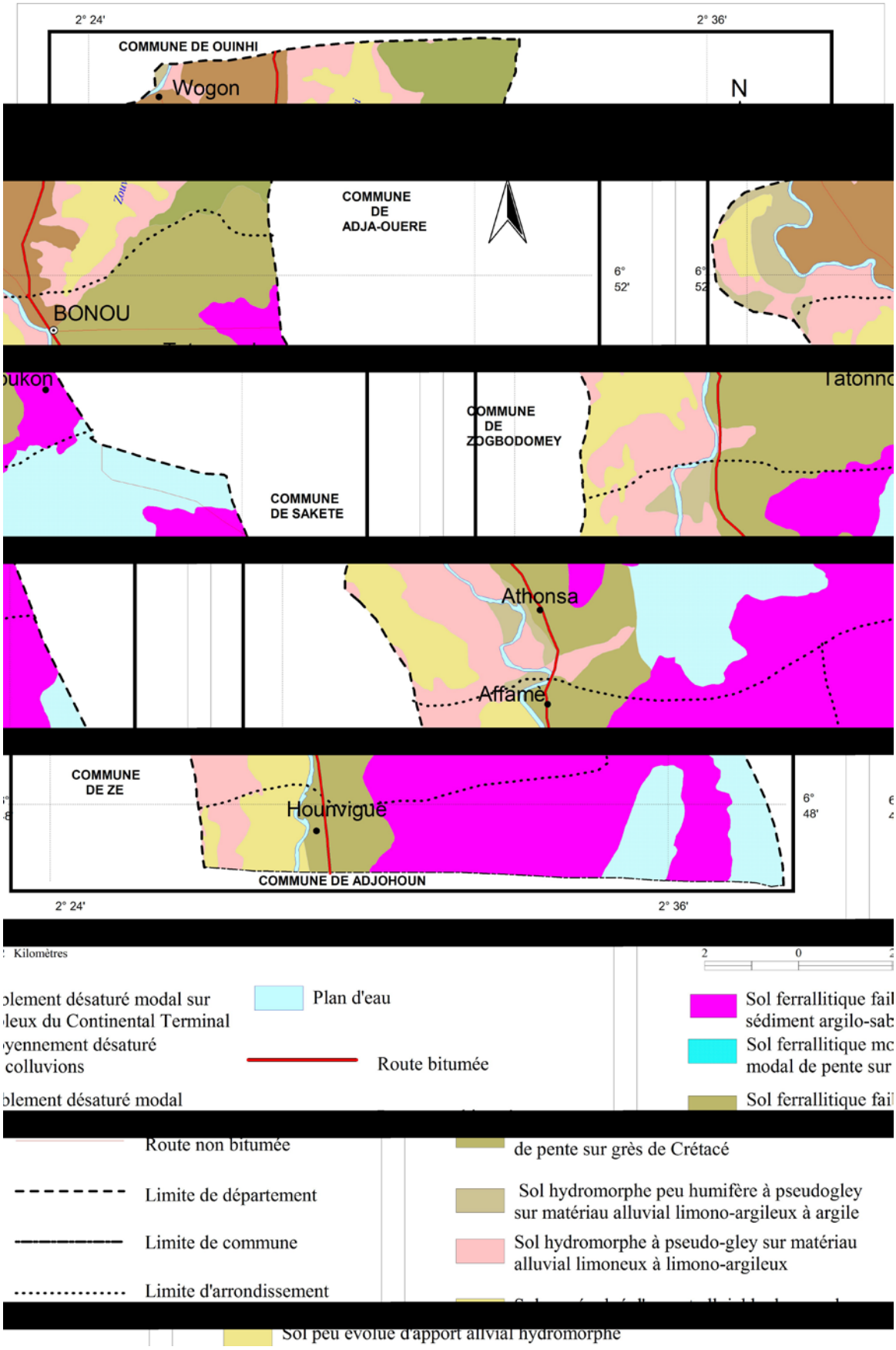

Figure 7: Répartition spatiale des types de sol dans la Commune de Bonou

De la lecture de la figure 7, on peut classer les sols de la Commune de Bonou en quatre catégories suivant leur nature. On a :

- les sols ferralitiques qui sont situés sur le plateau et couvre une superficie de 15660 ha, soit 62,64 % de la superficie totale de la Commune ;
- les vertisols qui, ici, sont situés au nord-est de la Commune et qui ne sont qu'un prolongement des terres noires de la dépression médiane du *Hollidjè* dans la Commune d'Adja-Ouèrè. Ce sol couvre une superficie de 736 ha, soit 2,94 % de la superficie totale de la Commune ;
- les sols peu évolués qui sont situés près du fleuve Ouémé et partagent une partie de la plaine d'inondation avec les sols hydromorphes et couvrent une superficie de 2533 ha, soit 10,13 % du total ;
- les sols hydromorphes qui sont, ici, les sols caractéristiques de la plaine d'inondation. Ils sont situés le long du fleuve Ouémé et couvrent une superficie de 5814 ha, soit 25,25 % du total.

Ces résultats diffèrent de ceux des travaux de Volkoff et Willaime, (1976) qui ont mis en évidence, dans la basse vallée de l'Ouémé, trois catégories de sols à savoir les sols ferrallitiques, les sols hydromorphes et les sols peu évolués. Cette différence peut être due au fait que les caractéristiques pédologiques varient d'une commune à une autre dans la basse vallée de l'Ouémé.

En somme, suivant la plaine d'inondation/dépression et le plateau, la Commune de Bonou, pour une superficie totale de 25000 ha, dispose de 62,64 % de terres du plateau et de 38,32 % de terres de dépression. Le reste de la superficie, 1,04 %, est occupé par l'eau. Ces différentes unités pédologiques présentent des caractéristiques physico-chimiques diverses qui sont favorables ou non aux spéculations agricoles du milieu.

2.1.4- Description des différents profils pédologiques

Suivant les huit types de sols dans la Commune de Bonou, il a été ouvert huit fosses pédologiques. Au total, huit profils nommés de Hounk 1 à Hounk 8 ont été réalisés et décrits sur les différentes unités pédologiques de la Commune (Tableau XIX).

Tableau XIX: Fosses pédologiques réalisées

Profils	Unités pédologiques
HOUNK 1	Sols ferrallitiques
HOUNK 2	Sols peu évolués alluvial hydromorphe
HOUNK 3	Sols ferrallitiques
HOUNK 4	Sols hydromorphes à pseudo-gley
HOUNK 5	Vertisols
HOUNK 6	Sols ferrallitiques
HOUNK 7	Sols hydromorphes
HOUNK 8	Sols hydromorphes

Source : *Travaux de terrain, novembre 2013*

Les différentes unités pédologiques sont identifiées lors des travaux de terrains. L'interprétation des résultats d'analyse au laboratoire permet de mieux comprendre les caractéristiques physico-chimiques des sols. Mais avant, une description est faite de chaque fosse pédologique ouverte sur le terrain. Cette description permet de déterminer la morphologie de chaque unité pédologique. Les résultats d'analyse des échantillons de sol permettent de déterminer la texture des différents sols, le taux de matières organiques dans chaque unité, la saturation en bases et l'équilibre cationique des sols.

2.1.4.1- Sols ferrallitiques du profil Hounk 1

Le profil Hounk 1 est réalisé sur un sol ferrallitique. Il s'agit d'un sol rouge, sablo-limoneux, argilo-sableux à structure massive et profond. Il présente un bon drainage. Ce profil est situé à 110 m d'altitude. C'est une unité pédologique qui présente les caractéristiques morphologiques et analytiques diverses.

- **Morphologie**

0-23 cm : il s'agit d'un horizon frais (7,5 YR 4/2) qui est moyennement développé, polyédrique sub-angulaire, fin, moyen et friable. On y note la présence de nombreux pores fins et moyens avec des racines assez nombreuses et fines. L'activité biologique est très intense avec la présence des vers de terre.

23 – 48 cm : horizon (2,5 YR 4/4) faiblement développé, polyédrique sub-angulaire, fin et moyen, très friable. Il renferme de nombreux pores fins et moyens avec des racines peu nombreuses, moyennes et très fines. L'activité biologique y est peu intense.

48 – 87 cm : horizon (2,5 YR 4/6) à texture argilo-sableuse, à structure massive, à consistance collante avec des pores assez nombreux, fins, moyens et gros. L'activité biologique au niveau de cet horizon est assez intense avec la présence de beaucoup d'insectes.

87 – 120 cm : il s'agit d'un horizon à structure argilo-sableuse, à structure massive, à consistance collante. On note, ici, la présence de l'argile et du fer. Il existe de nombreux pores, fins et moyens et quelques fines racines rares. L'activité biologique y est peu intense.

Quatre horizons distincts sont identifiés dans ce profil et donc, quatre échantillons ont été prélevés pour des analyses au laboratoire (photo 1)



Photo 1 : Sol ferrallitique à Allankpon
***Prise de vue* :** Hounkanrin B., septembre 2013

L'unité pédologique sur la photo 1 a été identifiée dans le village d'Allankpon, arrondissement de Hounviguè. Elle présente plusieurs caractéristiques physico-chimiques.

- **Caractéristiques physico-chimiques du sol du profil Hounk 1**

Les caractéristiques physico-chimiques regroupent la granulométrie, le pH, la capacité d'échange cationique, la somme des bases échangeables, le taux de saturation et le phosphore assimilable.

Granulométrie

Les résultats analytiques indiquent un taux de 7,5 % d'argile, 5,76 % de limon et 86,66 % de sable. On en déduit, après projection de ces valeurs dans le triangle textural, que le sol en présence a une texture sablo-limoneuse.

Le pH du sol est de 5,5, ce qui veut dire qu'il s'agit d'un sol fortement acide (compris entre 5,1 et 5,5). La teneur en matière organique est de 2,23, ce qui signifie que le sol présente une teneur très élevée en matière organique. La teneur en azote étant de 0,067 %, on peut conclure que le sol en présence est moyennement riche en azote.

Capacité d'échange cationique (T ou CEC) et Equilibre cationique

La capacité d'échange cationique du sol présent dans le profil Hounk1 est de 8,20, ce qui permet d'affirmer que la CEC est faible sur un sol modérément lessivé.

Si on considère qu'il y a équilibre cationique dans un sol lorsque les rapports du calcium et du magnésium donnent une valeur supérieure à un (1) et inférieure ou égale à dix (10) et ou lorsque les rapports du magnésium et du potassium donnent une valeur supérieure à trois (3) et inférieure ou égale à vingt (20) comme indiquée : **1 < Ca/Mg < 10 et 3 < Mg/K < 20,** on peut alors, au regard des résultats obtenus, conclure qu'il y a équilibre cationique dans les sols du profil Hounk1.

Somme des bases et taux de saturation

La somme des bases dans les 20 premiers centimètres du profil Hounk1 est de 3,72 méq/100g de sol. La saturation en bases est de 45 %, un taux moyen suivant la grille d'interprétation de PAP (1976).

Phosphore assimilable

La teneur en phosphore assimilable est de 4 ppm, inférieur à 10ppm, ce qui signifie que les sols ferrallitiques présents au niveau du profil Hounk 1 sont pauvres en phosphore (valeur faible en phosphore.)

2.1.4.2- Sols peu évolués alluvial hydromorphes sur profil Hounk 2

Le profil Hounk 2 présente un sol peu évolué alluvial hydromorphe. Il s'agit des sols rouges, sablo-limoneux sur limon argilo-sableux à argile sableuse, à structure faiblement développée, à massive en profondeur, très poreux, bien drainé, à système racinaire faiblement développé. Cette unité pédologique est située à 15 m d'altitude, c'est-à-dire, dans la plaine alluviale, à environ 100 mètres du lit du fleuve Ouémé. Les caractéristiques physico-chimiques de cette unité, après les travaux de laboratoire, sont variées.

- **Morphologie**

Quatre horizons ont été identifiés dans le profil Hounk 2.

0 – 18 cm : il s'agit d'un horizon frais, (7,5 YR 3/2), marqué par de nombreuses taches brunes, rougeâtres, fines et moyennes. Il est moyennement développé, feuilleté (semelles de labour), à structure grumeleuse par endroit et à consistance collante. Il y existe d'assez nombreux et très fins pores et de très nombreuses racines fines. L'activité biologique est marquée par la présence de charbon de bois.

18 – 50 cm : horizon frais (7,5 YR 3/3), marqué par des taches brunes, ocres peu distinctes, à structure grumeleuse fortement développée, à consistance collante. Cet horizon est marqué par la présence de nombreux pores fins et moyens et des racines peu nombreuses. L'activité biologique y est peu intense.

50 – 80 cm : horizon frais (7,5 YR 4/2). Il est marqué par de nombreuses taches brunes, moyennes et assez distinctes, avec une structure faiblement développée, polyédrique sub-angulaire, à consistance collante. Il faut noter la présence de nombreux pores fins et moyens et de fines racines peu nombreuses. L'activité biologique y est peu intense mais on constate la présence de fines paillettes de micas jaunes.

80 – 120 cm : horizon (7,5YR 3/1) marqué par de nombreuses taches brunes, à structure massive, à constance collante, avec de nombreux pores fins et moyens, de fines racines. On y retrouve de fines paillettes de micas.

Il faut noter que ce profil réalisé à une profondeur de 120 m laisse voir la nappe phréatique (photo 2). Le suintement de l'eau à cette profondeur indique la présence de la nappe phréatique



Photo 2 : Sol peu évolués alluvial hydromorphe à Hounviguè
***Prise de vue** : Hounkanrin B., septembre 2013*

La photo 2 présente une séance de description du profil nommé Hounk 2 dans le village de Hounviguè, arrondissement de Hounviguè. La fosse est réalisée dans un sol peu évolué.

- **Caractéristiques physico-chimiques des sols du profil Hounk 2**

Les caractéristiques physico-chimiques regroupent la granulométrie, le pH, la capacité d'échange cationique, la somme des bases échangeables, le taux de saturation et le phosphore assimilable.

Granulométrie

Les résultats d'analyse granulométrique donnent 49,95 % d'argile, 4,02 % de limons et 47,11 % de sable. On en déduit, selon le triangle textural que ce sol est Argilo-sableux.

Le pH est de 4,1 donc, il s'agit d'un sol extrêmement acide. La teneur en matière organique est de 3,39 (supérieur à 1,5) donc, le sol a une teneur élevée en matière organique. La teneur en azote est de 0,13 donc, le sol est moyennement riche en azote.

Capacité d'échange cationique (T ou CEC) et Equilibre cationique

La CEC du sol du profil Hounk 2 est de 22,20 méq/100g. Elle est comprise entre 10 et 25 méq/100g et donc a une valeur moyenne dans tout le profil. Les rapports Ca/Mg et Mg/K sont respectivement 2,78 et 7,21 dans les 20 premiers centimètres. On peut alors conclure qu'il y a équilibre cationique dans le sol.

Somme des bases et taux de saturation

La somme des bases dans les 20 premiers centimètres du profil Hounk 2 est de 10,76 méq/100g, un fort taux. La saturation en bases est de 48 %, un pourcentage moyen suivant la grille d'interprétation de PAP (1976).

Phosphore assimilable

La teneur en phosphore assimilable varie entre 8 et 11ppm, ce qui permet de conclure que ce sol a une teneur faible à moyenne en phosphore.

2.1.4.3- Sols ferrallitiques sur profil Hounk 3

Le profil Hounk 3 présente aussi des sols ferrallitiques. Il est réalisé à Agbomahan. Il s'agit des sols rouges, sablo-limoneux sur argile sableuse, à structure polyédrique moyennement développée, très poreux, bien drainé, à structure racinaire très bien développé. Le profil est réalisé à une altitude de 44 m sur le versant. Ces sols présentent des caractéristiques physico-chimiques bien variées.

Morphologie

Cinq horizons ont été identifiés dans le profil Hounk 3 :

0 – 17 cm : horizon frais (5 YR 3/4), sans tache, à structure polyédrique sub-angulaire, moyennement développée, fine et moyenne. Il s'agit d'un sol très friable avec de nombreux pores fins et moyens. Il y a ici une abondance de racines fines et moyennes et quelques grosses racines. L'activité biologique y est faible avec des traces de charbon.

17 – 40 cm : horizon (5 YR 3/2) ne présentant aucune tache, à structure polyédrique sub angulaire fortement développée, à débits moyens et gros. Cet horizon est très friable avec de nombreux pores fins et moyens, de nombreuses fines et moyennes racines avec une activité biologique faible.

40 – 57 cm : horizon frais (2,5 YR 4/6) à structure polyédrique sub angulaire fortement développée, à débits moyens et gros et à consistance très friable. On y note la présence de nombreux pores fins et moyens et d'assez nombreuses fines et moyennes racines et une activité biologique faible.

57 – 84 cm : horizon frais (2,5 YR 4/4), sans tache, à structure polyédrique sub angulaire fortement développée, à débits moyens et gros et à consistance très friable. On y note la présence de nombreux pores fins et moyens et d'assez nombreuses fines et moyennes racines et une activité biologique faible.

84 – 120 cm : horizon frais (2,5 YR 4/6), sans tache, avec une structure massive à débits polyédriques sub angulaire, peu collant. On y note la présence de nombreux pores fins et moyens et de peu de fines et moyennes racines et une activité biologique faible.

Au total, tous les horizons ont été prélevés pour ce profil jusqu'à 120 cm (photo 3)



Photo 3 : Sols ferrallitiques du profil Hounk 3 à Agbomahan
***Prise de vue** : Hounkanrin B., septembre 2013*

On constate dans ce profil de nombreuses racines jusqu'à une certaine profondeur.

- **Caractéristiques physico-chimiques des sols du profil Hounk3**

Les caractéristiques physico-chimiques regroupent la granulométrie, le pH, la capacité d'échange cationique, la somme des bases échangeables, le taux de saturation et le phosphore assimilable.

Granulométrie

Les résultats d'analyse des échantillons de sol donnent 36,64 % d'argile, 36,27 % de limons et 26,81 % de sable. Les projections sur le triangle textural permettent d'affirmer qu'il s'agit d'un sol limono-argileux.

Le pH de ce sol est de 5,3 et indique qu'il s'agit d'un sol fortement acide. Le taux de matière organique est de 1,16 et on peut dire que le sol en présence a une teneur moyenne en matière organique. La teneur en azote est de 0,067 et donc, le sol est moyennement riche en azote.

Capacité d'échange cationique (T ou CEC) et Equilibre cationique

La CEC du sol du profil Hounk 3 est de 07,20 méq/100g. Elle est comprise entre 5 et 10 méq/100g et donc a une valeur faible dans tout le profil. Les rapports Ca/Mg et Mg/K sont respectivement 2,18 et 3,40 dans le profil. On peut alors conclure qu'il y a équilibre cationique dans le sol.

Somme des bases et taux de saturation

La somme des bases pour le profil Hounk3 est de 1,84 méq/100g, un taux très faible. La saturation en bases est de 26,26 %, un faible pourcentage aussi.

Phosphore assimilable

La teneur en phosphore assimilable varie entre 3 et 9 ppm, ce qui permet de conclure que ce sol a une teneur faible en phosphore.

2.1.4.4- Sols hydromorphes à pseudo-gley sur profil Hounk 4

Les sols hydromorphes à pseudo gley sont identifiés dans le profil Hounk4. Il s'agit des sols bruns grisâtres, argilo-limoneux sur argile, à structure bien développée dans les deux premiers horizons et massive en profondeur. Ces sols sont tachetés de brun jaunâtre dans tout le profil et sont bien poreux mais le système racinaire est peu développé. Ces types de sols sont présents dans l'arrondissement de Bonou-centre, à Gboa à 11 mètres dans la plaine alluviale et situés à environ 100 mètres du lit du fleuve Ouémé. Ces sols présentent plusieurs caractéristiques physico-chimiques d'après les résultats des travaux d'analyse au laboratoire

Morphologie

Trois différents horizons ont été distingués dans le profil nommé Hounk4.

0 – 14 cm : il s'agit d'un horizon frais (10 YR 2/2). Cet horizon est marqué par des taches brunes jaunâtres peu nombreuses, fines et diffuses avec une structure grumeleuse fortement développée à consistance collante. On y retrouve de nombreux pores fins et moyens et peu de racines fines. L'activité biologique y est fortement fournie.

14 – 42 cm : horizon frais (10 YR 3/1) avec de taches assez nombreuses, brunes, jaunâtres, fines et diffuses, à structure polyédrique moyennement développée à débits fins et moyens. La consistance est collante avec de nombreux pores fins et moyens et peu de racines fines. L'activité biologique y est bien intense.

42 – 120 cm : horizon frais (7,5 YR 4/2) avec de nombreuses taches brunes ocres, moyennes et distinctes. Cet horizon a une structure massive à débits polyédriques et sub-angulaires fins et moyens à consistance collante. Il comporte d'assez nombreux fins et moyens pores mais comporte de rares fines racines. Dans ce profil, trois échantillons ont été prélevés pour les analyses au laboratoire (Photo 4)



Photo 4 : Séance de prélèvement des horizons du profil Hounk4 à Gboa

***Prise de vue* :** Igué M., septembre 2013

La photo 4 présente une séance de prélèvement des horizons du profil Hounk 4 à Gboa. La présence de l'eau dans ce trou pédologique signifie qu'à 120 cm de profondeur, on est déjà en présence de la nappe phréatique.

- **Caractéristiques physico-chimiques des sols du profil Hounk4**

Les caractéristiques physico-chimiques regroupent la granulométrie, le pH, la capacité d'échange cationique, la somme des bases échangeables, le taux de saturation et le phosphore assimilable.

Granulométrie

Les résultats d'analyse des échantillons du sol au laboratoire donnent 27,57 % d'argile, 4,49 % de limon et 69,84 % de sable. Ces pourcentages, en se référant au triangle textural, permettent d'affirmer que le sol en présence a une texture argilo-limoneuse.

Le pH est de 4,59 donc, il s'agit d'un sol très fortement acide. La teneur en matière organique est de 3,60 (supérieur à 1,5) donc, le sol a une teneur élevée en matière organique. La teneur en azote est de 0,26, ce qui veut dire que le sol est moyennement riche en azote.

Capacité d'échange cationique (T ou CEC) et Equilibre cationique

La CEC du sol du profil Hounk 4 est de 24,80 méq/100g. Elle est comprise entre 10 et 25 méq/100g et donc a une valeur moyenne dans les 20 premiers centimètres du sol. Pour le reste

du profil, la CEC est supérieure à 25 méq/100g, ce qui signifie que le sol a une forte valeur de la CEC dans tout le reste du profil. Les rapports Ca/Mg et Mg/K sont respectivement 2,36 et 7,52 dans les 20 premiers centimètres. On peut alors conclure qu'il y a équilibre cationique dans le sol.

Somme des bases et taux de saturation

La somme des bases pour le profil Hounk4 est de 13,84 méq/100g, un taux très fort.

Phosphore assimilable

La teneur en phosphore assimilable varie entre 15 et 31 ppm. Ce sol a une teneur moyenne en phosphore dans les 20 premiers centimètres et une teneur élevée en phosphore dans le reste du profil.

2.1.4.5- Vertisols

Le profil Hounk 5 présente des vertisols. Il s'agit des sols bruns grisâtres, argileux, à structure grumeleuse en surface et massive en profondeur. Ce sont des sols assez poreux et tachetés dès la surface et à système racinaire assez bien développé dans les horizons de surface. Le profil pédologique est réalisé à une altitude de 25 m dans le village de Lohoungbodjè situé dans l'arrondissement de Bonou-centre.

Morphologie

Quatre différents horizons ont été identifiés au niveau du profil Hounk 5.
0 – 10 cm: horizon frais (7,5 YR 2/1), avec la présence de taches brunes, ocres, fines à larges, bien distinctes. Il a une structure polyédrique sub-angulaire, à consistance ferme avec de nombreux pores fins et moyens. On note la présence de nombreuses racines fines et très fines et une activité biologique faible.

10 – 27 cm : horizon frais (7,5 YR 4/1) avec la présence d'assez nombreuses taches brunes ocres. Il s'agit d'un horizon à structure grumeleuse fortement développée, à consistance ferme, avec de nombreux pores fins et de nombreuses fines et très fines racines. L'activité biologique y est faible.

27 – 80 cm : horizon frais (7,5 YR 6/2) avec la présence de nombreuses taches brunes, ocres, moyennes et distinctes. La structure est massive et la consistance ferme avec la présence d'assez nombreux pores fins et d'assez nombreuses fines et moyennes racines. L'activité biologique y est faible.

80 – 120 cm : horizon frais (7,5 YR 2/2) avec la présence de nombreuses taches brunes, ocres. La structure est massive et la consistance ferme avec la présence d'assez nombreux pores fins et de peu nombreuses fines racines. L'activité biologique y est faible.

Ce trou pédologique présente les terres noires (photo 5).



Photo 5 : Trou pédologique d'un vertisol à Lohoungbodjè
Prise de vue : Hounkanrin B., septembre 2013

La photo 5 présente un vertisol. La description de son profil pédologique a permis de mettre en évidence les caractéristiques physico-chimiques de ce type de sol.

Caractéristiques physico-chimiques des vertisols

Granulométrie

Les résultats d'analyse de l'échantillon donnent 83,02 % d'argile, 15,07 % de limon et 2,13 % de sable. Ce sol est de texture argileuse.

Le pH est de 4,69 dans les dix premiers centimètres et inférieur à 4,5 dans tout le reste du profil. On en déduit que le sol en présence est extrêmement acide en surface et très fortement acide dans le reste du profil.

La teneur en matière organique est de 6,29 : on peut conclure que le sol a une teneur élevée en matière organique. Le taux d'azote est de 0,27 : ce sol est moyennement riche en azote.

Capacité d'échange cationique (T ou CEC) et Equilibre cationique

La CEC du vertisol est de 33,80 méq/100g. Elle est comprise entre 25 et 40 méq/100g et donc est qualifiée de forte dans le profil. Les rapports Ca/Mg et Mg/K sont respectivement 2,35 et 31,98 dans les 10 premiers centimètres. On ne peut pas conclure qu'il y a équilibre cationique dans le sol.

Somme des bases et taux de saturation

La somme des bases est de 17,84 méq/100g, taux très fort et une saturation en base qui est de 56,97 %, un pourcentage moyen suivant la grille de PAP (1976).

Phosphore assimilable

La teneur en phosphore assimilable varie entre 5 et 12 ppm. Ce sol a une valeur moyenne en phosphore dans les 10 premiers centimètres et une valeur faible en phosphore dans le reste du profil.

2.1.4.6- Sols ferrallitiques sur profil Hounk 6

Le profil Hounk 6 présente les sols ferrallitiques dans le versant du plateau. Ce profil est réalisé à une altitude de 48 m.

Morphologie

Quatre différents horizons ont été identifiés au niveau du profil Hounk 6.

0 – 17 cm: horizon frais (5 YR 3/3) qui ne présente aucune tache. Il a une structure grumeleuse à consistance friable. On note la présence de petits pores avec de nombreuses racines fines et très fines et une activité biologique très intense.

17 – 35 cm : horizon frais (2,5 YR 2,5/4) sans tache. Il s'agit d'un horizon à structure moyennement développée, polyédrique sub-angulaire, à consistance friable. On y note des pores de toutes tailles et des racines fines et moyennes. L'activité biologique y est faible avec la présence de nids de fourmis.

35 – 70 cm : horizon frais (10 YR 3/6) sans tache. La structure est massive à débits polyédriques sub-angulaires et à consistance ferme. On y note de minces cutans d'argile et de fer. Il s'agit d'un horizon très poreux avec de rares fines racines. L'activité biologique y est peu intense.

70 – 120 cm : horizon frais (7,5 YR 2/2) avec la présence de nombreuses taches brunes, ocres. La structure est massive et la consistance ferme avec la présence d'assez nombreux pores fins et de fines racines peu nombreuses. L'activité biologique y est faible.

Caractéristiques physico-chimiques

Granulométrie

Les résultats d'analyse de l'échantillon donnent 8,87 % d'argile, 5,48 % de limon et 87,04 % de sable. Ce sol est de texture sablo-limoneuse.

Le pH est de 6,6 et presque le même dans les différents horizons du profil. On en déduit que le sol en présence est neutre.

La teneur en matière organique est de 6,29 et amène à conclure que le sol a une teneur élevée en matière organique. Le taux d'azote est de 0,27 : ce sol est moyennement riche en azote.

Capacité d'échange cationique (T ou CEC) et Equilibre cationique

La CEC du sol du profil Hounk 6 est de 33,80 méq/100g. Elle est comprise entre 25 et 40 méq/100g et donc a une valeur forte dans le profil. Les rapports Ca/Mg et Mg/K sont respectivement 2,35 et 31,98 dans les 10 premiers centimètres. On ne peut pas conclure qu'il y a équilibre cationique dans le sol.

Somme des bases et taux de saturation

La somme des bases est de 17,84 méq/100g, taux très fort et une saturation en base qui est de 56,97 %, un pourcentage moyen suivant la grille de PAP (1976).

Phosphore assimilable

La teneur en phosphore assimilable varie entre 5 et 12 ppm. Ce sol a une valeur moyenne en phosphore dans les 10 premiers centimètres et une valeur faible en phosphore dans le reste du profil.

2.1.4.7- Synthèse des caractéristiques physico-chimiques des sols

Les profils pédologiques ont été réalisés et repartis en quatre unités cartographiques (domaine sommital, domaine de versant, domaine du bas versant et le domaine de la plaine d'inondation). Pour une meilleure interprétation des caractéristiques édaphiques de ces unités, le tableau XX a été réalisé.

Tableau XX : Caractéristiques édaphiques des sols

UNITES CARTOGRAPHIQUES	Profils	CARACTERISTIQUES DE L'UNITE									
		t	W		s				n		
		Topographie	**Drainage**	**Inondation**	**Texture**	**Refus ou charge ferrugineuse**		**Profondeur (cm)**	**CEC (méq/100g)**	**Saturation en bases % V=S/T*100**		**Matière organique %**
						0-50 cm	50-100 cm			**Hz A**	**Hz B**	
Sommet	Hounk1	Plat < 1 %	Normal	Absente	SL	0,049	0,000	120	8,20	8,7	18,74	2,23
versant	Hounk 6	Plat < 2 %	Normal	Absente	SL	0,762	0,659	120	6,55	11,37	52,49	1,90
versant	Hounk 3	Plat < 2 %	Normal	Absente	LA	0,797	0,817	120	7,11	3,72	12,27	1,11
Bas de versant	Hounk5	Plat < 1 %	Imparfait	Fréquente régulière	A	0,000	0,000	120	34,00	8,74	6,79	4,22
Plaine	Hounk 2	Plat < 1 %	Imparfait	Fréquente régulière	AS	0,406	0,455	120	22,50	7,17	48,43	3,22
Plaine	Hounk 7	Plat < 1 %	Imparfait	Rare	LS	0,000	0,000	120	7,21	11,56	74,32	1,75
Plaine	Hounk 8	Plat < 1 %	Imparfait	Fréquente régulière	SL	0,000	0,000	120	4,95	10,40	63,82	1,64
Plaine	Hounk 4	Plat < 1 %	Imparfait	Fréquente régulière	AL	0,074	0,000	120	24,86	9,37	41,35	3,19

Source : *Traitement des résultats d'analyse du sol, février 2014*

Légende : SL= sablo-limoneux, LA= limono-argileux, A= argileux, AS=argilo-sableux, LS=limono-sableux, AL=argilo-limoneux

Le système pédologique des quatre unités cartographiques se résume ainsi :

- **domaine sommital** : on y rencontre les sols ferrallitiques avec une bonne teneur en matières organiques (2,23);
- **domaine des versants :** dans les versants, on rencontre aussi les sols ferrallitiques mais dont les teneurs en matières organiques sont plus faibles qu'au sommet ;
- **domaine du bas de versants** : on y rencontre les vertisols qui ont une forte teneur en matières organiques (4,22);
- **domaine de plaine** : on rencontre dans la plaine, les sols peu évolués et les sols hydromorphes. Ces sols ont de faibles teneurs en matières organiques.

Les différentes unités pédologiques ont des textures différentes. La texture est un facteur essentiel de l'utilisation, mais dont l'action est complexe, car elle affecte aussi bien le régime hydrique que la structure du sol, la richesse chimique, les divers mécanismes de rétention et de fixation. La nature minéralogique de l'argile est aussi un élément de base important de la fertilité. A côté de la texture de chaque horizon, les contrastes texturaux entre les horizons d'un même profil interviennent dans cette fertilité: un passage progressif entre une texture sableuse en surface et une texture argilo-sableuse ou argileuse en profondeur est une caractéristique plus favorable, alors qu'un contact brutal sur une structure colonnaire introduit des conditions très défavorables, tant du point de vue régime hydrique (alternance engorgement/dessiccation) que de la pénétration racinaire (Dabin, 1969).

La texture permet de savoir mieux sur les caractéristiques des sols :

- Les sols argileux retiennent bien l'eau et se décompactent naturellement lors des alternances humectation/dessication. L'air a cependant du mal à y circuler, gênant ainsi la respiration des racines et des micro-organismes du sol. Ils sont difficiles à travailler car trop plastiques quand ils sont humides et trop durs quand ils sont secs ;
- Les sols limoneux sont difficiles à aérer, surtout s'ils sont riches en limons fins (de 2 à 20µm). A leur surface se forme très facilement une croûte dure que les jeunes plantules ont du mal à traverser : la « croûte de battance » ;
- Les sols sableux ne présentent pas de lien intime entre les matières organiques et les particules minérales : il y a simplement juxtaposition entre elles, sans cohésion forte. Les matières organiques, non protégées, sont donc plus facilement dégradées que dans les autres types de sol : on dit que les sols sableux « brûlent » la matière organique. Ce sont des sols bien aérés, mais ils ne retiennent pas l'eau et sont sensibles au risque érosif.

Les sols équilibrés de type limono-argilo-sableux présentent une très bonne aptitude à la mise en valeur mais ils s'avèrent les plus sensibles au risque de compaction lors du passage des roues des engins agricoles (Leclerc, 2012).

2.1.5- Caractéristiques climatiques et ressources en eau

Trois paramètres sont pris en compte ici. Il s'agit du régime pluviométrique, de la température et de l'humidité relative.

2.1.5.1- Régime pluviométrique

La Commune de Bonou, par sa situation géographique, a un climat de type subéquatorial. La figure 8 présente l'évolution des précipitations moyennes mensuelles sur la période 1971-2010 à la station de Bonou.

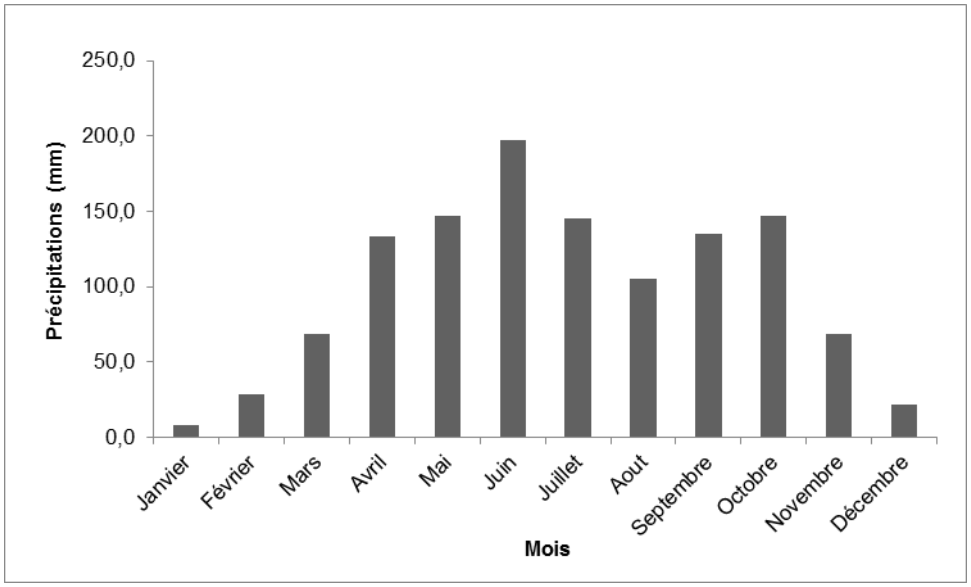

Figure 8: Variations moyennes mensuelles des précipitations sur la période 1971-2010
Source des données: *ASECNA, 2010*

L'analyse de la figure 8 montre que les précipitations de la période 1971-2010 sont inégalement réparties dans le temps à Bonou. En janvier, les précipitations sont de 3 mm. Cette valeur est la plus faible de toute la série. Le mois de février connaît une hauteur de pluie de 26, 65 mm. La hauteur de pluie en mars est de 67, 27 mm. A partir du mois d'avril, les hauteurs de pluie augmentent et sont respectivement de 124,49 ; 150,23 et 186,78 mm pour les mois d'avril, mai et juin. En juillet, la hauteur de pluie baisse à 131,06 mm. En août, la diminution des pluies est nettement perceptible avec une moyenne de 97 mm. Les mois de septembre et octobre vont connaître encore une augmentation des hauteurs de pluie. Elles sont de 126 mm pour septembre et 145 mm pour le mois d'octobre. Novembre et décembre ont

connu de nouvelles baisses des hauteurs de précipitation et enregistrent respectivement en moyenne 41 et 10 mm de pluie.

Au total, les hauteurs de pluie indiquent que le mois de janvier est le mois le moins arrosé de la série dans la Commune de Bonou et le mois de juin est le plus arrosé de l'année. Les pics sont centrés d'une part sur juin et d'autre part sur octobre.

On déduit de tout ce qui précède que la Commune de Bonou connait deux saisons pluvieuses dont l'une démarre du mois d'avril au mois de juillet et l'autre, du mois de septembre au mois d'octobre, ce qui favorise deux saisons agricoles sur les terres du plateau. Ces résultats sont conformes avec ceux de Akindélé, (2011) qui conclut que cette succession de saisons favorise deux saisons agricoles dans la Commune de Bonou. Dans une vallée où l'activité agricole est encore tributaire des précipitations, le calendrier agricole est fonction de la saison des pluies. Dans la pratique, deux campagnes agricoles pluviales sont menées par an dans la Commune : la première commence dans le mois d'avril et s'achève à fin juillet ; la seconde commence au mois de septembre et s'achève en décembre. Les paysans de la Commune profitent du répit du mois d'août, petite saison sèche, pour procéder aux premières récoltes et préparer la seconde campagne agricole. Selon Lanokou (2010), le mois d'août devient de plus en plus pluvieux au sud-Bénin

La grande saison sèche va du mois de décembre jusqu'au début du mois de mars. C'est la période de repos des paysans travaillant les terres agricoles du plateau. Les paysans travaillant dans la dépression profitent de retrait des eaux de crue pour pratiquer l'agriculture de décrue pendant ce temps-là.

2.1.5.2- Conditions thermométriques

Les données thermométriques utilisées ici sont celles de la station de Cotonou, station synoptique la plus proche de la Commune de Bonou. Il a été question de déterminer l'évolution de la température moyenne sur la période 1971-2010 dans la Commune de Bonou (figure 9).

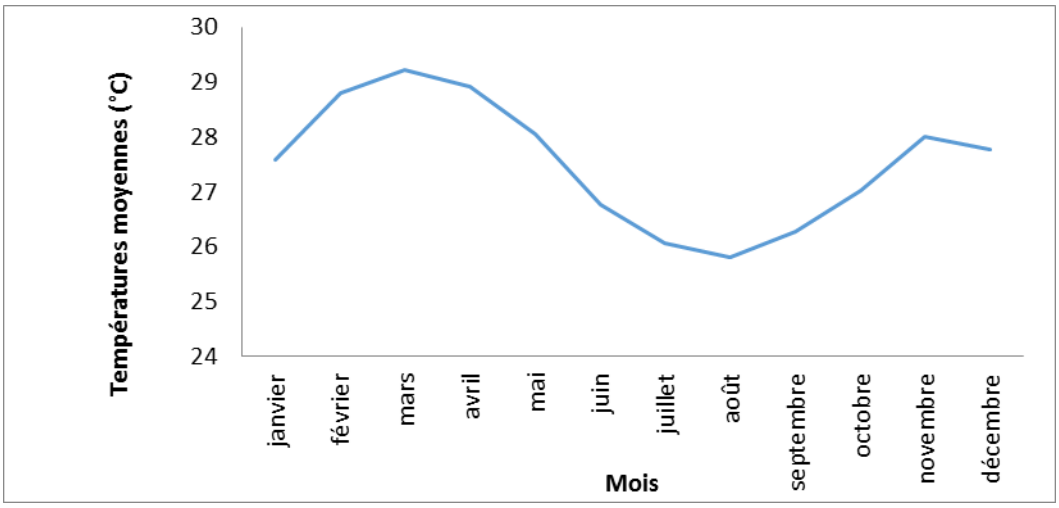

Figure 9 : Régime thermométrique dans la Commune de Bonou
Source des données : ASECNA, 2010

De la figure 9, deux périodes se dégagent : une période de forte température moyenne qui va de janvier à mars et de septembre à novembre et une période de faibles températures moyennes qui va d'avril à août. La période de forte température correspond au temps de sécheresse et la baisse correspond aux périodes de pluies. Les températures moyennes sont plus élevées en saison sèche et baissent en saison des pluies. La période de baisse des températures d'avril à août coïncide avec la grande saison pluvieuse avec une péjoration pluviométrique au mois d'août (25,79 °C). De novembre à mars, on enregistre la grande saison sèche avec pour température maximale annuelle de 29,21 °C. L'amplitude annuelle est de 3,4 °C.

Au total, au regard des exigences de l'ensemble des cultures choisies en terme de température moyenne optimale qui varie entre 18°C et 30°C, on peut déduire de tout ce qui précède que les températures moyennes enregistrées dans la Commune de Bonou sont favorables au développement optimum des cultures choisies pour cette étude.

2.1.5.3- Humidité relative

Pour mieux apprécier l'influence de l'humidité sur les saisons agricoles, le régime moyen mensuel de l'humidité relative a été déterminé. Les données utilisées sont celles de la station synoptique de Cotonou. Il s'agit des données sur l'humidité relative maximale, l'humidité relative minimale et l'humidité relative moyenne (Figure 10)

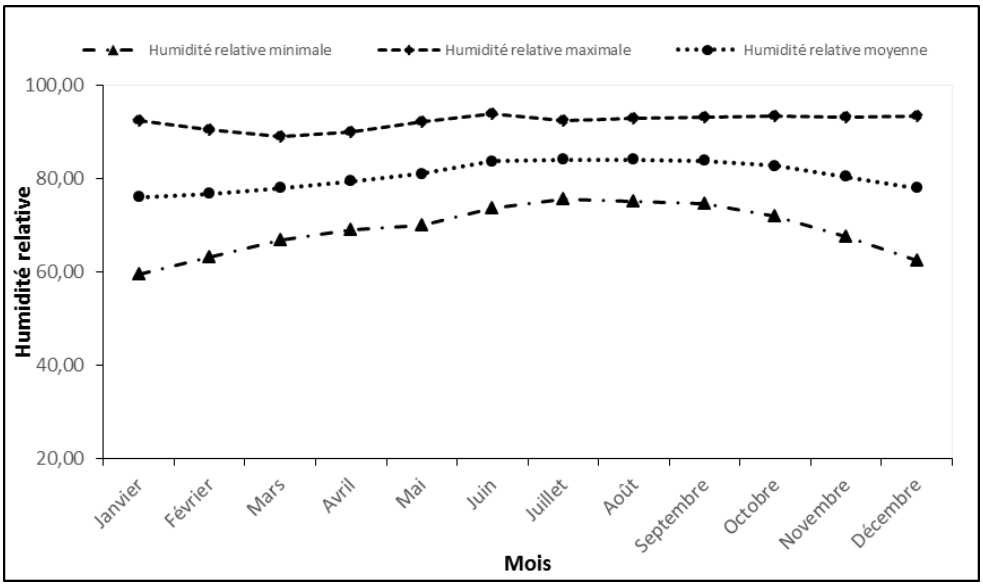

Figure 10: Evolution de l'humidité mensuelle
***Source des données* :** ASECNA, 2010

De la figure 10, on distingue des mois de fortes valeurs d'humidité relative et les mois de faibles valeurs d'humidité. Les fortes valeurs sont enregistrées du mois d'avril jusqu'au mois de novembre et les faibles valeurs, de décembre jusqu'en mars. Les valeurs minimales de l'humidité relative au cours des mois d'avril, mai, juin et juillet sont au-delà de 60. Or, pour l'ensemble des cultures choisies, une humidité au-delà de 60 est suffisante pour un développement optimum. C'est dire donc que les valeurs de l'humidité relative dans la Commune de Bonou sont favorables pour les cultures choisies. Cette même humidité permet la régénérescence d'une végétation toujours verte dans la Commune de Bonou.

2.1.6-Une végétation dominée par les savanes herbacées et arbustives

La Commune de Bonou recouvre des unités de paysage constituées de plaine d'inondation entaillées par des dépressions humides. La végétation y est essentiellement faite de savanes herbacées et arbustives. Le couvert végétal est essentiellement composé des zones de cultures (figure 11).

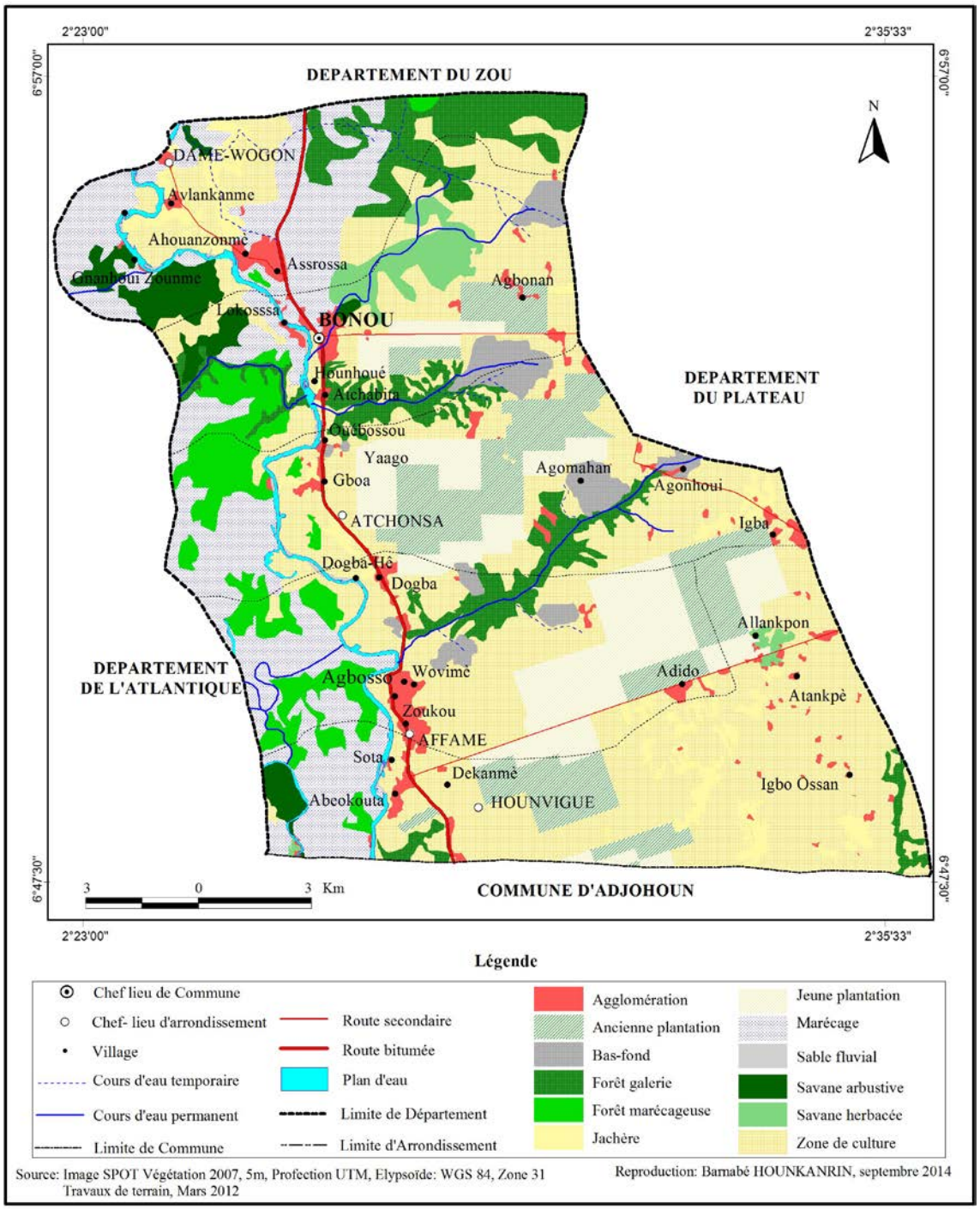

Figure 11: Occupation du couvert végétal dans la Commune de Bonou

A travers la lecture de la figure 11, on distingue dans la Commune de Bonou, une vaste zone de marécage et de bas-fonds. Le paysage est essentiellement constitué de forêt marécageuse, de forêt galerie, de savane herbacée et de la savane arbustive. Dans l'ensemble, la Commune de Bonou est constituée d'un couvert végétal qui ne constitue pas une entrave pour la mise en valeur agricole des terres de la Commune. Il faut noter que ce couvert végétal est favorisé par la présence d'un réseau hydrographique qui crée des atouts pour la mise en valeur agricole.

2.1.7-Un réseau hydrographique dominé par le fleuve Ouémé

La Commune de Bonou est traversée du Nord au Sud par le fleuve Ouémé, appelé en langue Wémè « *Wɔgbo* », sur environ 40 km de long. Ses principaux affluents sont : Gba, Djougoudou, Zou, Gnanhoui, Wovi (figure 12).

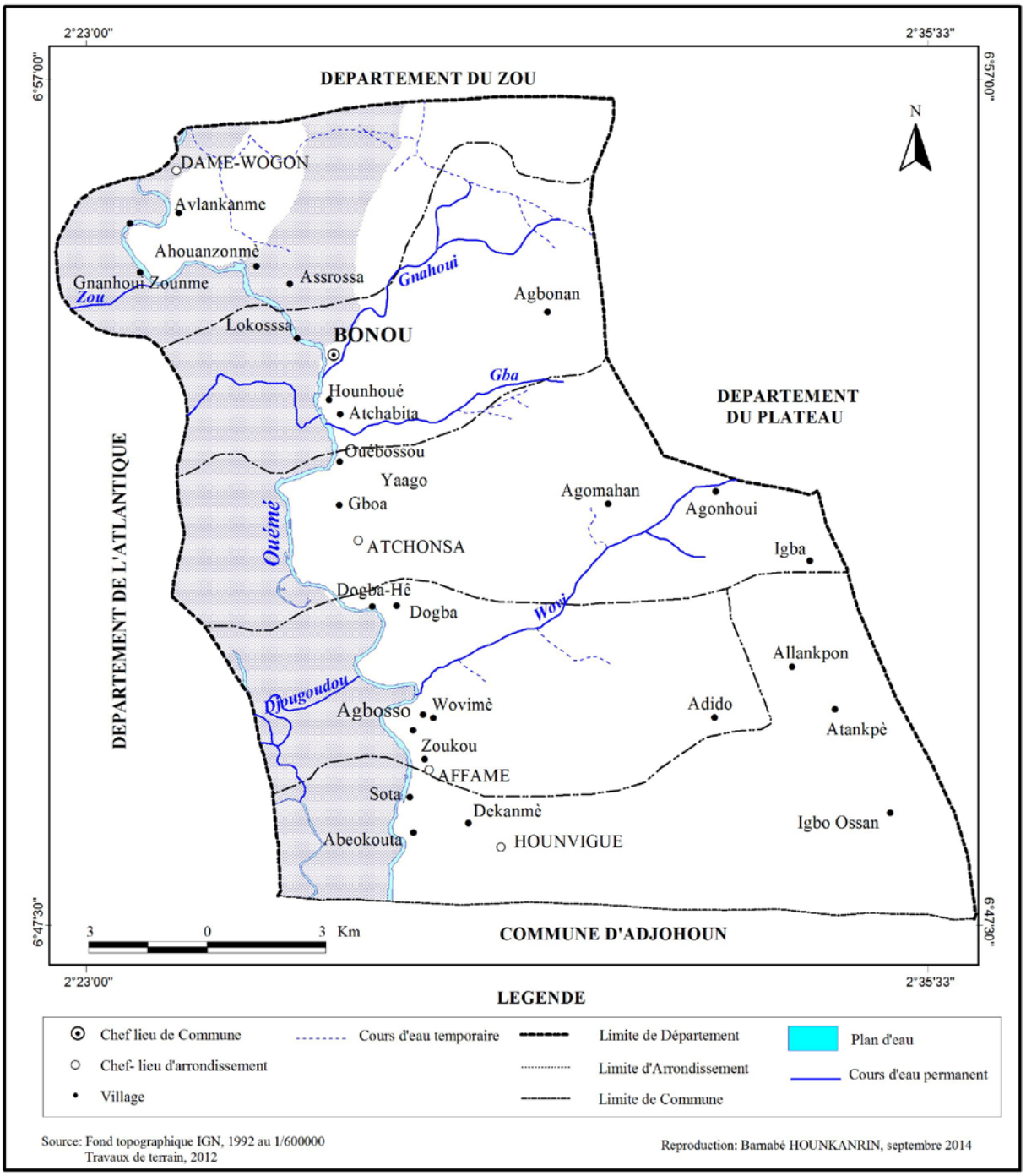

Figure 12 : Réseau hydrographique de la Commune de Bonou

La figure 12 révèle que la Commune de Bonou a un réseau hydrographique dominé par le fleuve Ouémé avec plusieurs affluents. Ce fleuve qui traverse ladite Commune crée une vaste plaine d'inondation propice à l'agriculture. La plaine d'inondation, vaste zone marécageuse, est constituée par des sols hydromorphes qui sont très sensibles à l'excès d'eau au point où les fortes précipitations répétées peuvent induire l'inondation des périmètres de cultures.

Par ailleurs, dans la Commune de Bonou, les écoulements dans la période juillet à octobre sont supérieurs aux précipitations. En effet, le cours d'eau principal de la Commune de Bonou a un régime tropical car il dépend plus du climat soudanien du nord du pays. Les écoulements du fleuve Ouémé dans la Commune de Bonou sont renforcés par les apports d'eau de la partie nord du bassin de l'Ouémé et par défluence des eaux de la rivière Sô. C'est à travers ce fleuve Ouémé que les eaux du nord-Bénin sont drainées vers le sud pour créer la crue qui s'amorce en juillet et atteint son niveau maximal en septembre (figure 13). Le retrait des eaux de la crue favorise les cultures de décrue dans le secteur d'étude.

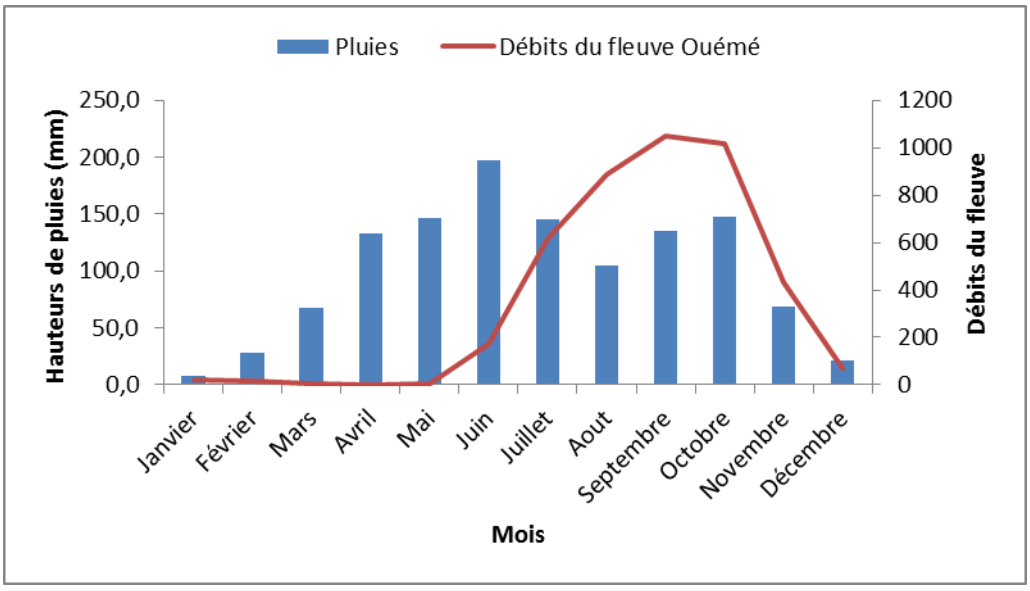

Figure 13: Régime hydrologique du fleuve Ouémé dans la Commune de Bonou
***Source des données* :** ASECNA et DGEau, 2010

De l'analyse de la figure 13, on note qu'au cours du mois de juin quand la Commune de Bonou enregistre la plus forte quantité d'eau de pluies (197,3 mm), l'écoulement est de 45,9 mm. Mais pendant que la quantité d'eau précipitée dans le mois de septembre est de 135,4 mm, la lame d'eau écoulée est de 660,1 mm. Ce constat permet de conclure que ce sont les eaux du nord-Bénin, coulant le long du fleuve Ouémé du nord vers le sud, qui créent les crues dans la Commune de Bonou. Mais il faut noter que ces eaux parviennent à la Commune chargées de sédiments fertilisants et permettent ainsi de renouveler chaque année, la richesse

des sols situés dans la plaine d'inondation du fleuve Ouémé, toute chose qui favorise la production agricole.

En somme, les crues dans la Commune de Bonou ont lieu en général de juillet à octobre et créent des inondations des champs des paysans qui sont dans la dépression. Cependant, il arrive que la Commune de Bonou connaisse des inondations précoces dès le mois de juin et ce, à cause des fortes précipitations enregistrées au cours du mois de juin. Tout ceci constitue une contrainte majeure pour la valorisation agricole de ces espaces. Mais la population étant majoritairement agricole, s'efforce de trouver les stratégies d'adaptation pour rester dans ces milieux et les mettre en valeur sur le plan agricole.

2.2- Déterminants humains

Avec ses cinq (5) arrondissements, la Commune de Bonou a une population qui évolue de façon croissante dans le temps. De 1979 à 2013, cette population est passée de 18 474 habitants à 44 430 habitants (INSAE, 2013), soit du simple au double (figure 14). Le taux d'accroissement de la population est passé de 2,11 % entre 1979 et 1992 à 3,66 % entre 2002 et 2013.

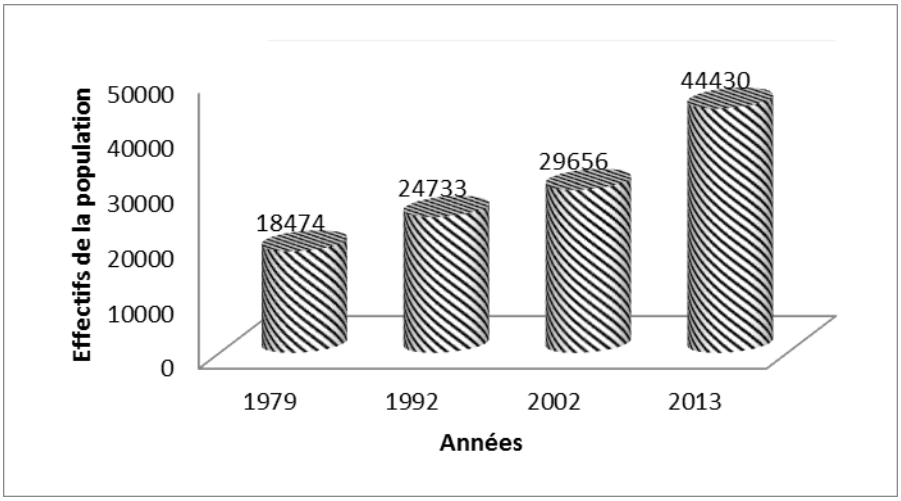

Figure 14: Evolution de la population de la Commune de Bonou de 1979 à 2013
Source des données **:** INSAE, 2014

De 18474 habitants en 1979, la population de la Commune de Bonou est passée à 24733 habitants en 1992, 29 656 habitants en 2002 et 44 430 habitants en 2013 (INSAE, 2013). Pour cette population totale de 44 430 habitants en 2013, on dénombre une population agricole de 34 665 habitants, soit 78 % de la population totale pour 6405 ménages agricoles.

La population totale de la Commune a presque doublé entre 1992 et 2013, ce qui constitue une potentielle source de main-d'œuvre agricole mais en même temps un surplus de bouches

à nourrir. C'est dire donc qu'il est indispensable de trouver des moyens pour accroitre la production agricole afin de faire face à la satisfaction des besoins en alimentation de cette population sans cesse croissante. La satisfaction de ce besoin d'une population en constante croissance appelle la mise en valeur judicieuse des terres.

Cette population est inégalement répartie d'un arrondissement à un autre et sa densité a évolué dans le temps (figure 15). En géné avec une densité moyenne de 119 habitants/km² contre 570 habitants/km² pour le département de l'Ouémé. Le taux de masculinité est de 90 %. Ainsi les femmes représentent une forte proportion de la population et sont majoritairement analphabètes (INSAE, 2002).

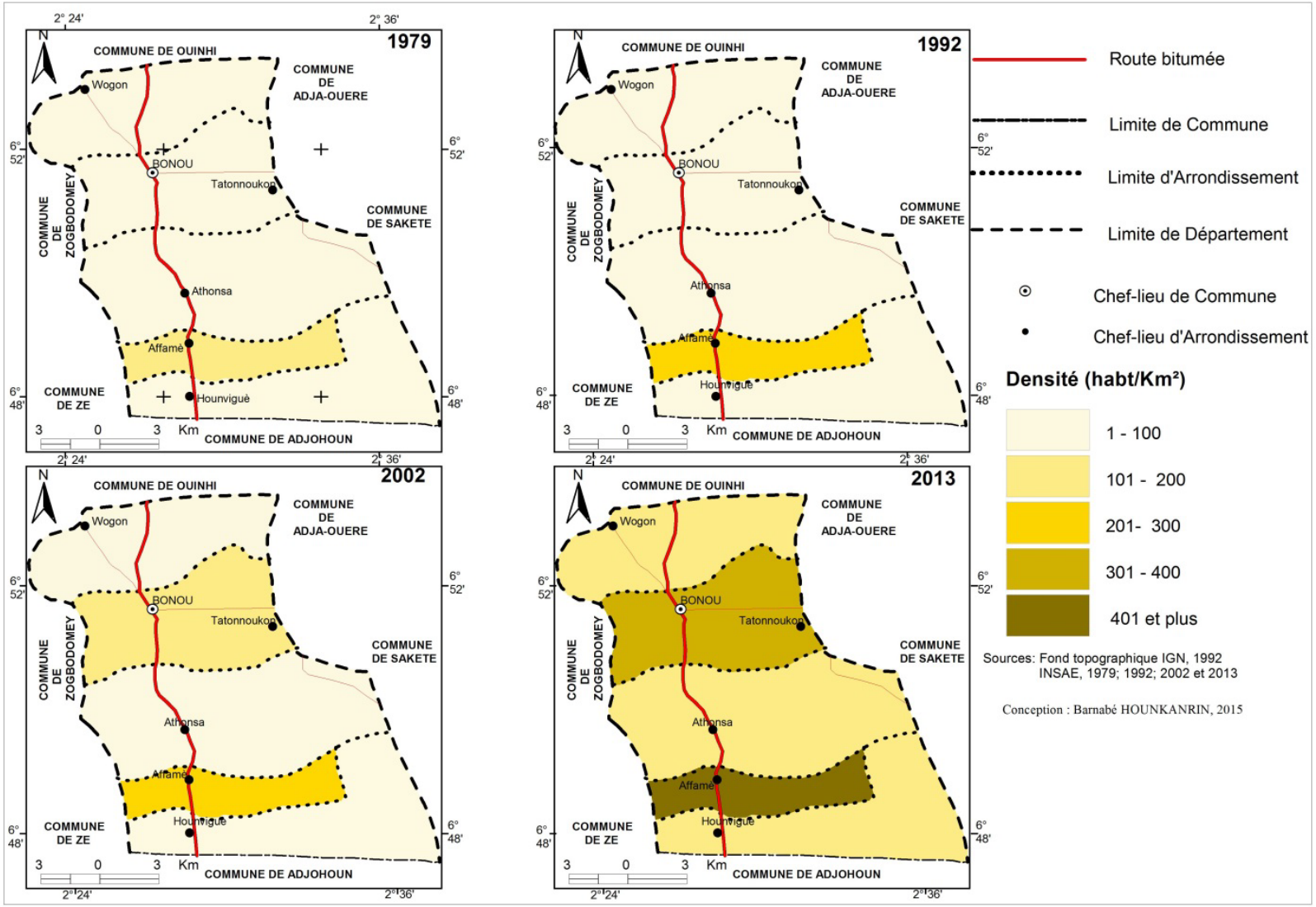

Figure 15: Répartition par arrondissement de la population de la Commune de Bonou

De l'analyse de la figure 15, en 1979, seulement l'arrondissement d'Affamè avait une densité de population comprise entre 101 et 200 habitants au Km², tous les autres arrondissements, Atchonsa, Hounviguè, Damè-Wogon et Bonou, ayant moins de 100 habitants au Km². En 1992, c'est le même arrondissement d'Affamè qui a connu une densité de plus de 201 habitants au Km², les autres arrondissements se trouvant toujours avec moins de 100 habitants au Km². En 2002, la densité est comprise entre 101 et 200 habitants au Km² dans l'arrondissement de Bonou et celle de l'arrondissement d'Affamè est entre 201 et 300 habitants au Km². Les arrondissements de Atchonsa, Hounviguè, Damè-Wogon sont toujours restés, en 2002, avec une densité de moins de 100 habitants au Km² et c'est seulement en 2013 qu'ils ont connu une densité comprise entre 101 et 200 habitants au Km². Pendant ce temps, l'arrondissement de Bonou connait une densité comprise entre 201 et 300 habitants/ Km² et l'arrondissement d'Affamè a connu une densité de plus de 400 habitants/ Km².

La différence de densité entre l'arrondissement d'Affamè et les autres s'explique par le fait qu'il s'agit de l'arrondissement à plus faible superficie, 22,31 Km² contre 73,64 Km² pour l'arrondissement d'Atchonsa, 48,79 Km² pour l'arrondissement de Bonou, 45,14 Km² pour l'arrondissement de Damè-Wogon et 45,53 Km² pour l'arrondissement de Hounviguè.

Conclusion partielle

L'étude des facteurs biophysiques et humains de la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou a permis de mettre en évidence les principaux atouts dont dispose la Commune pour son agriculture. Le fleuve Ouémé qui traverse la Commune sur 40 km et ses nombreux affluents créent de vastes zones humides, véritables alternatives agricoles face aux contraintes climatiques. D'ailleurs, en plus de deux saisons agricoles suivant les deux saisons pluvieuses, la Commune de Bonou bénéficie d'une agriculture de décrue qui est favorisée par les crues annuelles du fleuve Ouémé. Sur le plan morphologique, la Commune de Bonou dispose des terres de plateau, des bas-fonds et des terres de la plaine d'inondation. Sur le plan climatique, la Commune bénéficie d'une hauteur moyenne de pluie (1200 mm) par an qui est favorable à l'agriculture. De même, les températures minimales et maximales, ainsi que l'humidité relative, malgré leur fluctuation, ne constituent pas un frein à la production agricole dans la Commune de Bonou. Cette dernière connait un essor démographique qui n'est pas sans impact sur les sols qui subissent une forte pression sur le plan agricole. Ces sols sont de plusieurs types avec des caractéristiques différentes. Il est indispensable d'évaluer les caractéristiques physico-chimiques de ces sols afin d'évaluer leur fertilité par rapport aux principales cultures de la Commune.

Deuxième partie

POTENTIALITES AGRICOLES DES TERRES ET LEURS MODES D'EXPLOITATION DANS LA COMMUNE DE BONOU

CHAPITRE III
CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES, PHYSICO-CHIMIQUES ET APTITUDES CULTURALES DES SOLS DE LA COMMUNE DE BONOU

Le chapitre III est consacré à l'évaluation du degré de fertilité des différents types de sols en rapport avec les principales cultures dans la Commune de Bonou. Il présente les caractéristiques biologiques et physico-chimiques des sols, les exigences édaphiques des cultures ciblées. Ces caractéristiques biologiques et physico-chimiques des sols ont été comparées avec les exigences édaphiques des cultures pour une classification des sols en fonction de leur aptitude culturale.

3.1- Statuts biologique et chimique des sols

Conformément aux critères d'évaluation des classes d'état de fertilité des sols (PAP, 1976), un sol fertile est un sol sans limitation qui présente les caractéristiques suivantes : une teneur en matière organique supérieure à 2 %, un taux d'azote à pH 6 supérieur à 0,08 %, un pourcentage de phosphore (P) assimilable supérieur à 20, une teneur en potassium (K) supérieure à 0,04 méq/ 100 g de sol, une somme des bases échangeables (S Bases) supérieure à 10 méq/ 100 g de sol, une saturation en bases (V) supérieure à 60 % et une capacité d'échange cationique (CEC) supérieure à 25 méq/ 100 g de sol.

3.1.1- Etat de fertilité des sols

La fertilité d'un sol cultivé peut être définie comme sa capacité à pourvoir de manière satisfaisante aux besoins des cultures qu'il porte : sa texture et sa structure sont favorables à la vie microbienne et au développement des racines des espèces cultivées ; les sels minéraux et les matières organiques y existent en quantité et en proportions favorables à l'alimentation des plantes (Dupriez et de Leener, 1987).

L'évaluation de l'état de fertilité des différents types de sols dans la Commune de Bonou est faite suivant le critère de classification défini par PAP (1976) et basée sur les résultats de l'analyse des échantillons de sol au laboratoire. La définition des classes ou sous-classes est basée sur les limitations citées plus haut (Tableau XXI).

Tableau XXI : Classification des sols par rapport à leur degré de fertilité

CARACTERISTIQUES Profondeur: 0 à 20 cm									
Unités pédologiques	**MO (%)**	**N (%) à pH 6**	**P. ass Bray 1**	**K (méq/100g de sol)**	**Somme des cations (méq/100g de sol)**	**Saturation en bases %**	**CEC (méq/100 g de sol)**	**Classement de niveau de fertilité**	**Facteurs limitants**
Sol ferrallitique faiblement désaturé modal sur sédiment argilo-sableux du Continental Terminal	2,23	0,067	4	0,21	3,72	45	8,21		
Classe de fertilité	I	II	IV	II	III	II	III	**II-III**	P, S des cations, CEC
Sol peu évolué d'apport alluvial hydromorphe	3,23	0,13	8	0,34	10,76	48	22,50		
Classe de fertilité	I	I	III	II	I	II	II	**II-III**	P
Sol ferrallitique moyennement désaturé modal de pente sur colluvions	1,11	0,06	8	0,14	1,84	25,78	7,11		
Classe de fertilité	II	II	III	III	IV	III	III	**II-III**	P, K, S des cations, Sat bases, CEC
Sol hydromorphe peu humifère à pseudo-gley sur matériau alluvial limono-argileux à argile	3,19	0,14	15,30	0,42	13,97	56,20	24,86		
Classe de fertilité	I	I	II	I	I	II	II	**II**	P, Sat en bases, CEC
Vertisol sans drainage externe à structure compacte, hydromorphe sur argile sédimentaire du tertiaire	4,22	0,21	8,67	0,15	17,84	52,45	34,00		
Classe de fertilité	I	I	III	III	I	II	I	**II-III**	P, K
Sol ferrallitique faiblement désaturé modal de pente sur grès de Crétacé	1,90	0,09	39,85	0,13	5,32	81,60	6,55		
Classe de fertilité	II	I	I	III	II	I	III	**II-III**	K, CEC
Sol hydromorphe à pseudo-gley sur matériau alluvial limoneux à limono-argileux	1,75	0,09	32,25	0,13	5,04	69,38	7,21		
Classe de fertilité	II	I	I	III	II	I	III	**II-III**	K, CEC
Sols hydromorphes à pseudo-gley dans matériau colluvial	1,64	0,08	24	0,08	3,09	62,42	4,95		
Classe de fertilité	II	I	I	IV	III	I	IV	**III-IV**	K, S des cations, CEC

***Source* :** Résultats du LSSEE, 2013

MO = matière organique ; **N =** azote ; **P =** phosphore ; **K =** potassium ; **CEC =** Capacité d'échange Cationique
I = pas de limitation ; **II =** limitation légère ; **III =** limitation sévère ; **IV =** limitation très sévère

Le tableau XXI révèle que le sol ferrallitique faiblement désaturé modal sur sédiment argilo-sableux du Continental Terminal (Hounk 1) situé au sommet de la toposéquence est de la classe de fertilité II, c'est-à-dire qu'il s'agit d'un sol avec des limitations légères. Cette limitation légère se traduit ici par des teneurs faibles en phosphore assimilable (P), en somme des cations (S des cations) et en capacité d'échange cationique (CEC). Au niveau du sol ferrallitique moyennement désaturé modal sur colluvions (Hounk 3) situé dans le versant est aussi de classe II, donc présente une limitation légère. Au niveau de ce sol, la limitation se traduit par une teneur faible en phosphore assimilable (P), en calcium (K), en somme des cations (S des cations), en saturation en bases (sat. bases) et en capacité d'échange cationique (CEC). De même, le sol ferrallitique faiblement désaturé modal de pente sur grès de crétacé, pris au niveau du profil Hounk3, appartient à la même classe de fertilité que les autres sols ferrallitiques mais avec des limitations seulement en calcium (K) et en capacité d'échange cationique (CEC).

On peut déduire de l'observation de ces trois profils que les sols ferrallitiques, dans la Commune de Bonou, ont tous des carences en capacité d'échange cationique (CEC). Cette situation peut s'expliquer par l'exploitation sur une longue durée des terres agricoles. Ces résultats sont en accord avec ceux de Igué (1998) qui a montré que la valeur de la capacité d'échange cationique diminue de 56 % après 25 ans de culture. Suivant la topographie, les sols ferrallitiques ont des carences en calcium, en phosphore, en somme des cations et en saturation en bases.

Quant aux sols peu évolués d'apport alluvial hydromorphe du profil Hounk2, ils sont de classe de fertilité II et présentent une carence très sévère en phosphore assimilable. Cette carence en phosphore assimilable est remarquée dans cinq unités pédologiques sur les huit de la Commune. Or, selon Henao et *al.*, (1999), les pertes en azote et en potassium résultent surtout des infiltrations et de l'érosion des sols. Ces problèmes résultent principalement de la culture continue de céréales sans alternance avec celle de légumineuses, de mauvaises pratiques de conservation des sols et de l'emploi de quantité d'engrais non appropriées. On peut donc conclure que dans la Commune de Bonou, la carence des sols en azote (N) et en potassium (K) est le fait des pratiques agricoles.

Les vertisols sans drainage externe à structure compacte hydromorphe du profil Hounk 5 appartiennent à la classe de fertilité II. Ils ont une carence en phosphore assimilable et en calcium. Ces sols, dans la Commune de Bonou, ont la plus forte teneur en matières organiques (4,22 %).

Tous les sols hydromophes dans la Commune de Bonou ont une faible teneur en capacité d'échange cationique (CEC) à des degrés divers. Les sols hydromorphes peu humifères à pseudo-gley sur matériau alluvial limono-argileux à argile (Hounk 4) sont de classe II avec de faibles teneurs en phosphore assimilable, en saturation en bases et en Capacité d'échange cationique CEC. Les sols hydromorphes à pseudo-gley sur matériau alluvial limoneux à limono-argileux (Hounk 7) sont de classe de fertilité II avec de faibles teneurs en calcium et en CEC. Par contre, les sols hydromorphes à pseudo-gley dans matériau colluvial (Hounk 8) présentent des limitations très sévères en calcium et en CEC et une limitation sévère en somme des cations. Ces caractéristiques permettent de classer ce type de sol dans la classe III.

En général, on retient de tout ce qui précède que dans la Commune de Bonou, toutes les unités pédologiques présentent au moins une limitation pour les activités agricoles. C'est dire donc que les unités pédologiques dans la Commune subissent l'influence de plusieurs facteurs qui les dégradent et affectent négativement la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans ladite Commune. On peut corriger progressivement les carences minérales des sols en alimentant les plantes cultivées à leur rythme en emballant le complément minéral (P, K) dans la fumure organique pour éviter sa lixiviation par le drainage ou son immobilisation par le fer ou l'aluminium libre (FAO, 1994). Mais pour mieux comprendre les forces de chacune de ces unités pédologiques, une évaluation des caractéristiques physico-chimiques a été faite.

3.1.2- Caractéristiques physico-chimiques des sols

Les différents types de sols dans la Commune de Bonou présentent des caractéristiques physico-chimiques différentes qui sont résumées dans le tableau XXII.

Tableau XXII: Caractéristiques physico-chimiques des sols dans la Commune de Bonou

Caractéristiques physico-chimiques des unités													
Profils	**Unités pédologiques**	**Topographie**	**Drainage**	**Inondation**	**Texture**	**Charge graveleuse (mm)**		**Profondeur (cm)**	**CEC (méq/ 100g de sol)**	**Saturation en bases (%)**		**Matière organique %**	**pH**
						0-50 cm	50-120 cm			**Hz A (0-50 cm)**	**Hz B (50 cm et +)**		
Hounk 1	Sol ferrallitique faiblement désaturé modal sur sédiment argilo-sableux du Continental Terminal	Plat < 1 %	Normal	Absente	SL	0,04	0,00	120	8,20	8,7	18,74	2,23	5,5
Hounk 2	Sol peu évolué d'apport alluvial hydromorphe	Plat < 1 %	Imparfait	Fréquente régulière	AS	0,40	0,45	120	22,50	7,17	48,43	3,22	4,1
Hounk 3	Sol ferrallitique moyennement désaturé modal de pente sur colluvions	Plat < 2 %	Normal	Absente	LA	0,79	0,81	120	7,11	3,72	12,27	1,11	5,26
Hounk 4	Sol hydromorphe peu humifère à pseudo-gley sur matériau alluvial limono-argileux à argile	Plat < 1 %	Imparfait	Fréquente régulière	AL	0,07	0,00	120	24,86	9,37	41,35	3,19	4,69
Hounk 5	Vertisol sans drainage externe à structure compacte, hydromorphe sur argile sédimentaire du tertiaire	Plat < 1 %	Imparfait	Fréquente régulière	A	0,00	0,00	120	34,00	8,74	6,79	4,22	4,47
Hounk 6	Sol ferrallitique faiblement désaturé modal de pente sur grès de Crétacé	Plat < 2 %	Normal	Absente	SL	0,76	0,65	120	6,55	11,37	52,49	1,90	6,5
Hounk 7	Sol hydromorphe à pseudo-gley sur matériau alluvial limoneux à limono-argileux	Plat < 1 %	Imparfait	Rare	LS	0,00	0,00	120	7,21	11,56	74,32	1,75	5,8
Hounk 8	Sols hydromorphes à pseudo-gley dans matériau colluvial	Plat < 1 %	Imparfait	Fréquente régulière	SL	0,00	0,00	120	4,95	10,40	63,82	1,64	5,2

***Source* :** Traitement des résultats d'analyse des échantillons de sol au LSSEE, février 2014

Le tableau XXII montre que les différentes unités de sols ont diverses caractéristiques physico-chimiques. Bien qu'elles ne représentent que quelques pourcentages de la masse des terres cultivées, les matières organiques (MO) du sol ont des rôles extrêmement importants à jouer dans la construction et la stabilité de la structure, dans le maintien ou l'augmentation de la capacité à retenir l'eau ou les éléments minéraux (Leclerc, 2012). C'est pourquoi l'analyse des résultats de ce tableau va se baser sur le taux de matières organiques dans les différents types de sol.

On constate que les vertisols (Hounk 5) ont la teneur la plus élevée en matières organiques. Viennent ensuite les sols peu évolués (Hounk2), les sols hydromorphes à pseudo-gley (Hounk 4), les sols ferrallitiques et les autres types de sol. Au sein des sols ferrallitiques, on note qu'au niveau du sommet (Hounk1), ce sol ferrallitique a un taux de matières organiques de 2,23 % alors que dans la pente, ce taux est de 1,11 % pour le profil (Hounk3) et de 1,90 % au niveau du profil (Hounk 6). On peut donc déduire que la position topographique influe sur le taux de matières organiques des sols. Les vertisols qui sont laissés en jachère du fait de la pénibilité de leur mise en valeur renferment un taux de matières organiques plus élevé. Les sols hydromorphes et les sols peu évolués qui reçoivent chaque année les limons apportés par les crues ont aussi un taux élevé en matières organiques. Mais il faut remarquer que la faible dénivellation au niveau du plateau fait que les sols ferrallitiques se situant à ce niveau, renferment aussi un taux élevé de matières organiques.

Des valeurs de pH au niveau des différentes unités pédologiques, on peut conclure que plus le taux de matières organiques est élevé au niveau d'un sol, plus le sol est acide.

La profondeur utile qui conditionne l'enracinement et les dimensions du réservoir d'eau, et les paramètres drainage et rétention d'eau, sont des facteurs essentiels des disponibilités en eau pour les cultures. Tous les types de sols dans la Commune de Bonou ont une profondeur de 120 cm au moins, ce qui est favorable pour un enracinement optimum des cultures.

3.2- Exigences édaphiques des cultures choisies

Les exigences physico-chimiques des cultures à savoir la texture des sols, leur capacité d'échange cationique, la saturation en bases, la teneur en matières organiques des sols et la topographie sont exposées dans cette partie. C'est avec ces exigences que l'aptitude culturale des sols sera évaluée en rapport avec les cultures du maïs, du riz, du manioc, du niébé et de la patate douce.

3.2.1- Exigences physico-chimiques du maïs

Les cultures exigeantes dont le maïs se développent de façon optimal lorsque les conditions ci-après sont réunies : le terrain est plat avec une pente de 0 à 1 % et bien drainé, le sol à une texture argilo-sableuse, limon argilo-sableuse, limon argileuse, argileuse ou argile limoneuse. La charge graveleuse ne dépasse pas 15 % et la profondeur supérieure à 80 cm. La Capacité d'Echange Cationique (CEC) de l'argile est supérieure à 24 méq/100g et l'horizon (A) a une saturation en bases supérieure à 80 %, celle de l'horizon (B) 50 % et la teneur en matière organique supérieure à 3 %. Par contre, lorsque le terrain est très vallonné avec une pente de 16 %, un mauvais drainage et un sol de texture essentiellement sableuse cela suffit pour rendre impossible la culture du maïs sur ce terrain.

3.2.2- Exigences physico-chimiques du niébé

Le développement optimal du niébé doit remplir les conditions ci-après : un terrain plat avec une pente de 0 à 2 % et un bon drainage. Le sol doit avoir une texture sablo-argileuse ou sablo-limoneuse. La charge graveleuse ne doit pas dépasser pas 15 % et la profondeur supérieure à 75 cm. La Capacité d'Echange Cationique doit être supérieure à 24 méq/100g et une saturation en bases supérieure à 50 %. La teneur en matière organique doit être supérieure à 2 %. Par contre, un terrain ondulé ou vallonné et le défaut des conditions citées influenceraient la culture du niébé.

3.2.3- Exigences physico-chimiques du riz

Le développement optimal du riz dans les bas-fonds ou dans les plaines d'inondation doit remplir les conditions ci-après : un terrain plat ou quasi-plat avec une pente de 0 à 2 %. Le drainage doit être mauvais ou très mauvais pour permettre à cette culture exigeante en eau de pouvoir satisfaire ses besoins en eau pendant les différentes phénophases. Le sol doit avoir une texture argileuse, argilo-limoneuse, argilo-sableuse ou limono-argileuse. La charge graveleuse ne doit pas dépasser 15 % et la profondeur supérieure à 100 cm. La Capacité d'Echange Cationique doit être comprise entre 16 et 24 méq/100g ou supérieure à 24 méq/100g et une saturation en bases supérieure à 80 %. La teneur en matière organique doit être supérieure à 2 %.

3.2.4- Exigences physico-chimiques de manioc

Le développement optimal du manioc doit remplir les conditions ci-après : un terrain plat ou ondulé avec une pente de 0 à 2 %. Le drainage doit être bon. Le sol doit avoir une texture

limono-sableuse, limono-argilo-sableuse, limoneuse, sablo-limoneuse, argilo-sableuse ou limono-argileuse. La charge graveleuse ne doit pas dépasser 50 % et la profondeur supérieure à 100 cm. La Capacité d'Echange Cationique doit être supérieure à 16 méq/100g et une saturation en bases supérieure à 50 %. La teneur en matière organique doit être supérieure à 1,5 %.

3.2.5- Exigences physico-chimiques de la patate douce

Le développement optimal de la patate douce doit remplir les conditions ci-après : un terrain plat ou quasi-plat avec une pente de 0 à 2 %. Le drainage doit être bon ou modéré sur un sol de texture argilo-limoneuse, argileuse, limono-argileuse, limoneuse, limono-sableuse, limono-argilo-sableuse ou argilo-sableuse. La charge graveleuse ne doit pas dépasser 15 % et la profondeur supérieure à 100 cm. La Capacité d'Echange Cationique doit être supérieure à 24 méq/100g et une saturation en bases supérieure à 50 %. La teneur en matière organique doit être supérieure à 3 %.

L'ensemble de ces exigences édaphiques pour le développement optimal des cultures est résumé dans le tableau XXIII.

Tableau XXIII : Synthèse des exigences édaphiques des cultures ciblées

Cultures	Caractéristiques	Topographie	Pente (%)	Drainage	Texture	Charge graveleuse (%)	Profondeur (cm)	CEC/Fertilité naturelle (méq/100q)	Saturation en bases (%)	Teneur en MO (0-20cm) %
Maïs	*Pas de limitations/Optimales (0)*	*Plat*	*0-1*	*Bon (100)*	*AS, LAS, LA, A, AL*	*0-15*	*>80*	*>24*	*A >80 B >50*	*>3*
	Peu de limitations/ Acceptables (1)	*Quasi-plat*	*1-3*	*Modéré (90)*	*LAS, L, LF*	*15-50*	*<80*	*24-16*	*A> 80 B <50*	*1,5-3*
Riz	*Pas de limitations/Optimales (0)*	*plat*	*0-1*	*Mauvais*	*A, AL*	*0-3*	*>100*	*>24*	*A >80 B >50*	*>2*
	Peu de limitations/ Acceptables (1)	*Quasi-plat*	*1-2*	*Très mauvais*	*AS, LA*	*3-15*	*50-100*	*16-24*	*A 35-80 B >50*	*2 – 1,5*
Manioc	*Pas de limitations/Optimales (0)*	*Plat*	*0-1*	*Bon*	*LS, LAS, L*	*0-15*	*>100*	*>16*	*A >50 B >50*	*+1,5*
	Peu de limitations/ Acceptables (1)	*Ondulé*	*1-2*	*Bon*	*SL, AS, LA*	*15-50*	*50-*	*<16*	*A 35-80 B<50*	*1 – 1,5*
Patate douce	*Pas de limitations/Optimales (0)*	*Plat*	*0-1*	*Bon*	*AL, A, LA, L*	*0-3*	*>100*	*>24*	*>50 >5*	*>3*
	Peu de limitations/ Acceptables (1)	*Quasi-plat*	*1-2*	*Modéré*	*A, LS, L, LAS, AS,*	*3-15*	*100- 75*	*24-16*	*50-35*	*3-2*
Niébé	*Pas de limitations/Optimales (0)*	*Plat*	*0-2*	*Bon (100)*	*LS*	*0*	*>75*	*>24*	*A >50 B >50*	*> 2*
	Peu de limitations/ Acceptables (1)	*Quasi-plat*	*2-4*	*Bon (100)*	*LAS, L, Lf, SL*	*0-15*	*60-75*	*16-24*	*A 35-50*	*1,5-2*

Source : Résultats du LSSEE et Land Evaluation, Part III, mai 2014

***Légende* :** MO = matière organique

Le tableau XXIII présente les conditions nécessaires pour un développement optimal des cultures choisies. Lorsque ces conditions ne sont pas réunies pour une culture, cela a d'impact négatif sur le rendement. Connaissant ces conditions édaphiques des cultures, il convient d'évaluer les caractéristiques physico-chimiques des cultures en rapport avec les caractéristiques des sols.

3.3- Evaluation physico-chimiques du milieu pour les cultures choisies

Il est question de présenter l'évaluation physico-chimique des différentes cultures choisies en rapport avec les différentes unités pédologiques.

3.3.1 Evaluation physico-chimique du milieu pour le maïs

Le maïs est une culture qui préfère les sols profonds et riches mais qui peut s'accommoder de conditions plus difficiles, comme des sols sableux ou plus argileux, voire calcaires, sous réserve de lui assurer les apports d'eau et d'éléments nutritifs nécessaires. D'après Lemée (1978) et Bonnefond et *al.*, (1984) cités par Kossou et *al.*, (1997), le maïs exige des sols bien structurés, riches en matière organique, à pH allant de 6 à 8. Il tolère une faible acidité du sol. Il est très sensible à l'amélioration des propriétés physiques du sol, aux variations de fertilité du sol. En outre, le maïs demande des sols plats, car il se produit une érosion importante dans les champs de maïs en pente. Le maïs est largement cultivé comme céréale pour ses grains riches en amidon, mais aussi comme plante fourragère. Ces racines forment un système fasciculé qui peut atteindre une profondeur supérieure à un mètre (Gay, 1999). C'est une culture améliorante grâce à son enracinement profond et aux apports de matière organique assurés par les résidus de culture.

Les résultats de l'évaluation des caractéristiques physico-chimiques et de l'aptitude des différents types de sols pour la culture du maïs sont présentés dans le tableau XXIV.

Tableau XXIV : Evaluation des caractéristiques physico-chimiques du milieu pour la culture du maïs

Profils	Unités pédologiques	CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES UNITES											
		Topographie (%)	W		S			n				Classe d'aptitude	
			Drainage	Inondation	Texture	Charge graveleuse	Profondeur (cm)	CEC argile	Sat en bases (%)	M O (%)	pH	Actuelle	Potentielle
Hounk 1	Sol ferrallitique faiblement désaturé modal sur sédiment argilo-sableux du Continental Terminal	0	0	0	2	1	0	2	0	1	1	S2	S1
Hounk 2	Sol peu évolué d'apport alluvial hydromorphe	0	2	2	0	1	0	1	0	0	3	S2	S1
Hounk 3	Sol ferrallitique moyennement désaturé modal de pente sur colluvions	1	0	0	0	1	0	2	0	2	2	S2	S1
Hounk 4	Sol hydromorphe peu humifère à pseudo-gley sur matériau alluvial limono-argileux à argile	0	1	2	1	1	0	0	0	0	2	S2	S1
Hounk 5	Vertisol sans drainage externe à structure compacte, hydromorphe sur argile sédimentaire du tertiaire	0	1	2	1	0	0	0	0	0	3	S2	S1
Hounk 6	Sol ferrallitique faiblement désaturé modal de pente sur grès du Crétacé	1	0	0	2	1	0	2	0	1	3	S2	S1
Hounk 7	Sol hydromorphe à pseudo-gley sur matériau alluvial limoneux à limono-argileux	0	0	2	1	0	0	2	0	1	0	S2	S1
Hounk 8	Sols hydromorphes à pseudo-gley dans matériau colluvial	0	1	2	2	0	0	2	0	1	1	S2	S1

S1 = Aptes ; S2 = Modérément aptes ; S3 = Marginalement aptes ; V1 = Actuellement inaptes ; V2 = Inaptes ; Sat = saturation
Source : Travaux de terrain et résultats du LSSEE, 2014

Les résultats du tableau XXIV révèlent que pour ce qui concerne la culture du maïs :

- aucun type de sol n'est entièrement apte pour la culture du maïs dans la Commune de Bonou. Autrement dit, aucun type de sol n'offre les conditions optimales pour la culture du maïs dans la Commune de Bonou
- tous les sols sont modérément aptes pour la culture du maïs dans la Commune de Bonou ; c'est-à-dire que les conditions pédologiques ne sont pas totalement défavorables à cette culture ;
- tous les sols n'ont pas les mêmes facteurs limitants pour la culture du maïs. Par exemple, la topographie ne constitue en aucun cas, une limite pour le maïs. Aussi, seul le sol peu évolué du profil Hounk 2 est-il mal drainé. Mais il faut noter que les inondations affectent les sols des profils Hounk 2, Hounk 4, Hounk 5, Hounk 7 et Hounk 8.

Au total, on constate qu'aucun type de sol dans la Commune de Bonou n'est entièrement apte, c'est-à-dire, ne donne de rendement optimum si toutes les autres conditions sont réunies pour la culture du maïs. On a 100 % de sols modérément aptes pour la culture du maïs. Plusieurs paramètres physico-chimiques font de ces sols des unités pédologiques modérément aptes pour la culture du maïs. Ces paramètres peuvent être corrigés pour rendre ces unités pédologiques totalement aptes pour la culture du maïs. Par exemple, il est possible d'apporter de la matière organique aux sols ferrallitiques pour remédier à leur limitation. C'est dire que des techniques culturales appropriées permettent de passer des sols modérément aptes aux sols aptes. Ces pratiques permettent d'accroitre le rendement du maïs.

A partir de la connaissance des aptitudes des sols pour la culture du maïs, on retient que tous les types de sol dans la Commune de Bonou peuvent accueillir la culture du maïs (Figure 16). Cependant, il faut noter que les rendements ne peuvent pas être les mêmes d'un champ à l'autre du fait de plusieurs facteurs dont la topographie, le degré d'usure du sol ou encore les techniques de production.

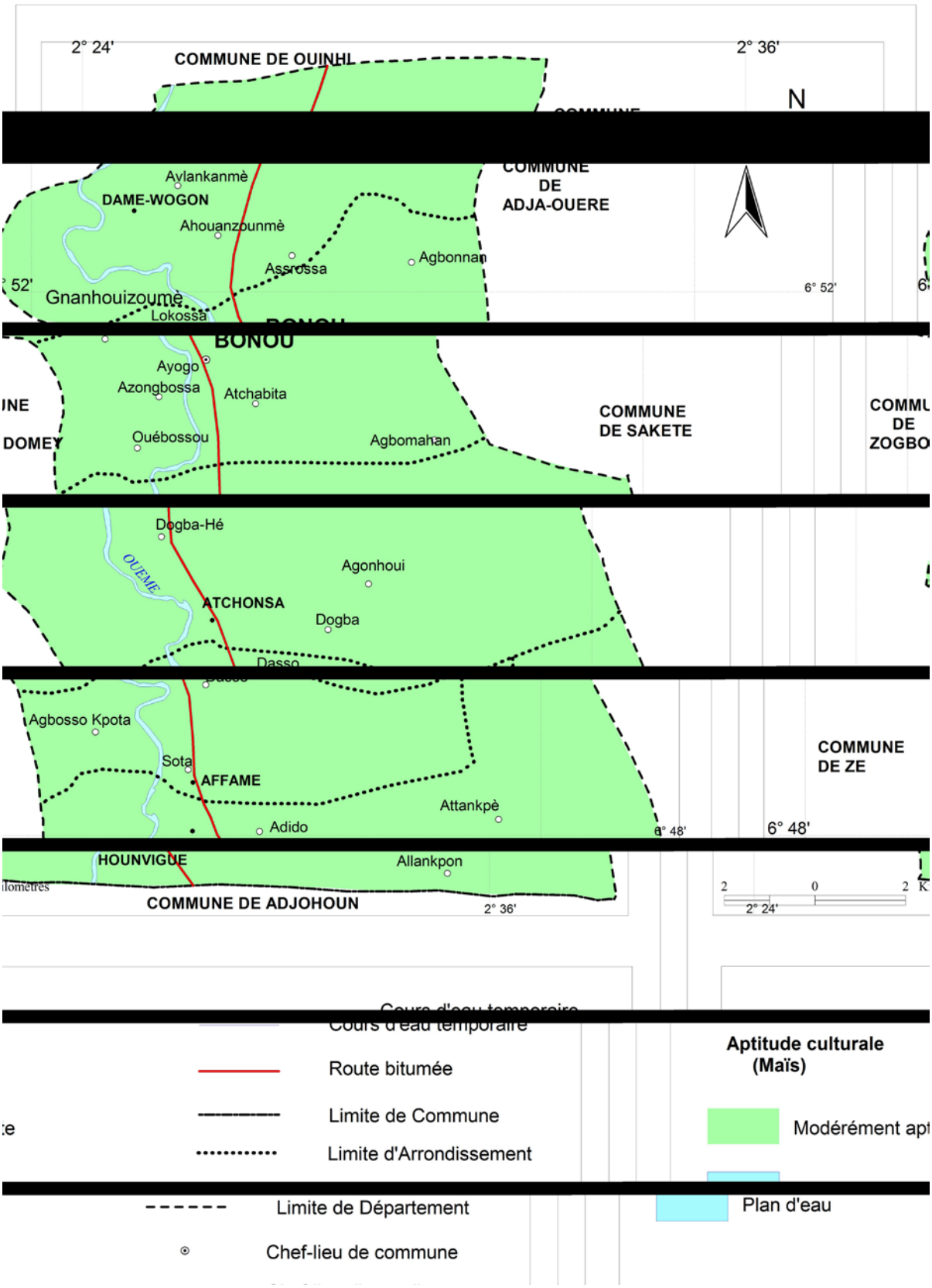

Figure 16 : Aptitude culturale des sols pour la culture du maïs
Source : Travaux de terrain et du LABEE, août 2013

La figure 16 présente la carte d'aptitude culturale des sols de la Commune de Bonou pour la culture du maïs. On en déduit que tous les sols ferrallitiques, les sols hydromorphes, les vertisols et les sols peu évolués de la Commune sont modérément aptes pour la culture du maïs.

Ces résultats diffèrent de ceux de Ouorou-Barre (2014) qui, après évaluation des caractéristiques physico-chimiques des sols de la Commune de Tanguiéta au Bénin, a abouti aux résultats selon lesquels, les sols peu évolués sont inaptes pour la culture du maïs et que les sols ferrallitiques sont moyennement aptes pour la même culture. Cette différence entre ces résultats peut s'expliquer par le fait que la Commune de Bonou est située dans la basse vallée de fleuve Ouémé au sud-Bénin et que les terres agricoles reçoivent des éléments fertilisants par les eaux du Nord-Bénin tandis que la Commune de Tanguiéta se situé au Nord-Bénin.

3.3.2 Evaluation physico-chimique du milieu pour le manioc

Le manioc reste simple à produire et est adaptable à de nombreux environnements. Il nécessite peu de main-d'œuvre et est moins en proie aux nuisibles et aux maladies. Le manioc résiste à la sécheresse, peut pousser sur des terres humides et peut fournir des rendements élevés sur des sols pauvres où d'autres cultures ont échoué. Toutefois, les rendements élevés sont obtenus dans des régions avec un sol bien drainé et où les hauteurs de pluies annuelles se situent entre 1 000 et 1 500 mm, avec des conditions climatiques chaudes et humides. Le meilleur site pour planter du manioc doit être plat ou en pente douce. Les pentes raides sont soumises à l'érosion et ne sont donc pas appropriées pour la culture du manioc. Les vallées et les creux ne sont pas recommandés, car ils peuvent provoquer des engorgements. Le manioc est sensible aux engorgements et les sols lourds ne permettent pas aux racines de se développer.

Le tableau XXV présente les caractéristiques physico-chimiques et l'aptitude des différents types de sols pour la culture du manioc dans la Commune de Bonou.

Tableau XXV : Evaluation des caractéristiques physico-chimiques du milieu pour la culture du manioc

Profils	Unités pédologiques	Caractéristiques physico-chimiques des unités											
		Topographie (%)	W		S			n				Classe d'aptitude	
			Drainage	Inondation	Texture	Charge graveleuse	Profondeur (cm)	CEC argile	Sat en bases (%)	M O (%)	pH	Actuelle	Potentielle
Hounk 1	Sol ferrallitique faiblement désaturé modal sur sédiment argilo-sableux du Continental Terminal	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	S1	S1
Hounk 2	Sol peu évolué d'apport alluvial hydromorphe	0	3	3	1	0	0	0	0	0	4	V1	S3
Hounk 3	Sol ferrallitique moyennement désaturé modal de pente sur colluvions	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	S1	S1
Hounk 4	Sol hydromorphe peu humifère à pseudo-gley sur matériau alluvial limono-argileux à argile	0	3	3	2	0	0	0	0	0	3	V1	S3
Hounk 5	Vertisol sans drainage externe à structure compacte, hydromorphe sur argile sédimentaire du tertiaire	0	3	3	2	0	0	0	0	0	4	V1	S3
Hounk 6	Sol ferrallitique faiblement désaturé modal de pente sur grès du Crétacé	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	S1	S1
Hounk 7	Sol hydromorphe à pseudo-gley sur matériau alluvial limoneux à limono-argileux	0	3	2	0	0	0	1	0	0	0	S2	S1
Hounk 8	Sols hydromorphes à pseudo-gley dans matériau colluvial	0	3	3	1	0	0	0	0	0	1	S2	S1

S1 = Aptes ; S2 = Modérément aptes ; S3 = Marginalement aptes ; V1 = Actuellement inaptes ; V2 = Inaptes ; Sat = saturation
Source : Travaux de terrain et résultats du LSSEE, 2012

On déduit du tableau XXV que :

- tous les sols ferrallitiques sont entièrement aptes pour la culture du manioc dans la Commune de Bonou. Cela signifie que les conditions pédologiques au niveau des sols ferrallitiques sont très favorables pour la culture;
- les sols hydromorphes à pseudo-gley sur matériau alluvial limoneux à limono-argileux (profil Hounk 7) et externe, les sols hydromorphes à pseudo-gley dans matériau colluvial (Hounk 8) sont modérément aptes pour la culture du manioc. Ils le sont du fait du drainage et des inondations qui ne favorisent pas un rendement optimum pour la culture sur ces sols;
- les sols peu évolués d'apport alluvial hydromorphe, les sols hydromorphes peu humifères à pseudo-gley sur matériau alluvial limono-argileux à argile et les vertisols sans drainage sont actuellement inaptes pour la culture du manioc dans la Commune de Bonou. Ces sols présentent des paramètres physico-chimiques très contraignants pour le développement optimum du manioc.

Au total, on note globalement que 15660 ha de sol, soit 62,64 % des sols sont aptes pour la culture du manioc, 5123 ha, soit 21 % sont modérément aptes et 3959 ha, soit 16 % des sols sont actuellement inaptes pour la culture du manioc dans la Commune de Bonou. De ce fait, une carte d'aptitude culturale des sols pour la culture du manioc est réalisée (figure 17).

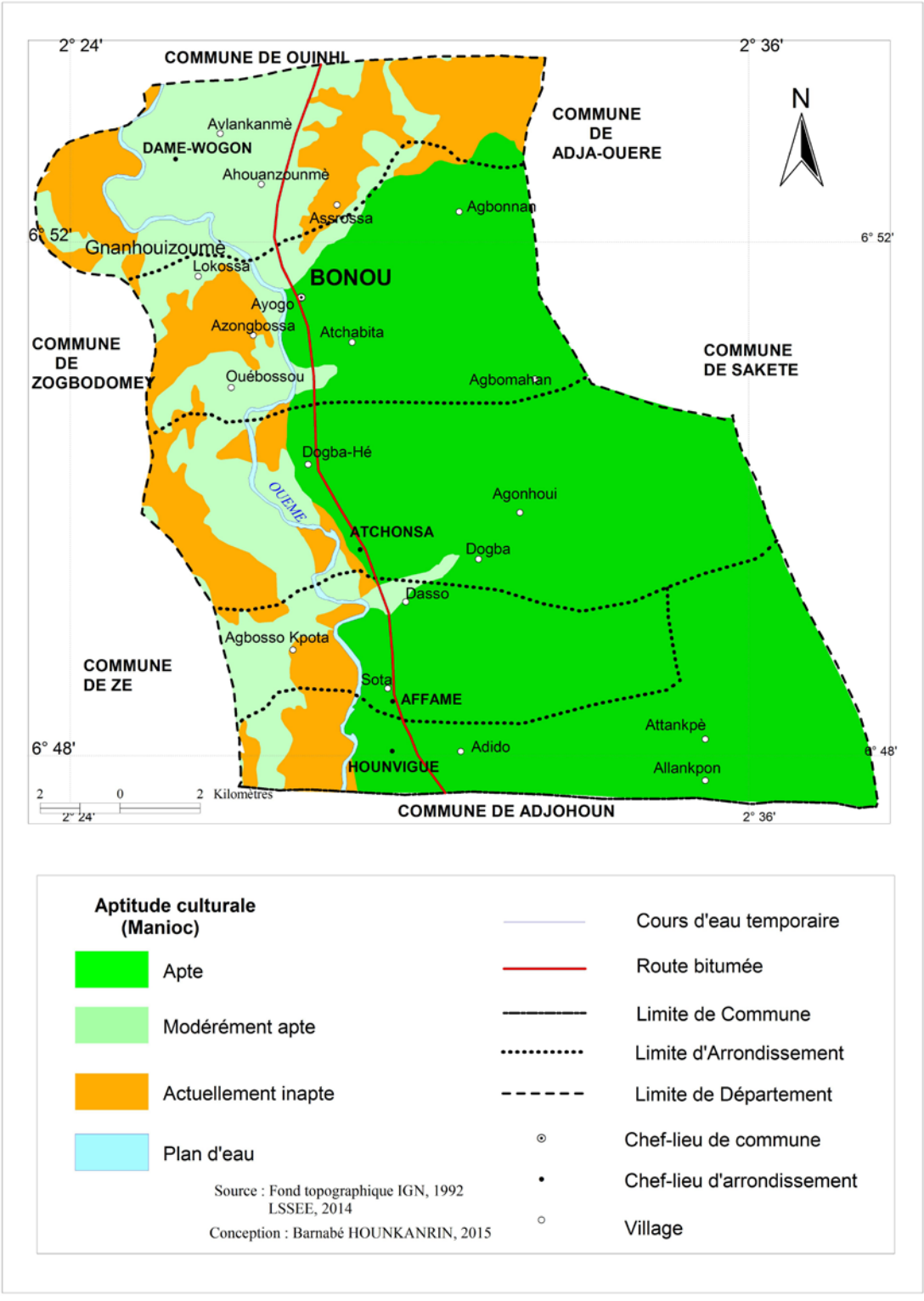

Figure 17 : Aptitude culturale des sols pour la culture du manioc
Source : Travaux de terrain et du LABEE, août 2013

La figure 17 présente la carte d'aptitude culturale pour la culture du manioc dans la Commune de Bonou. Les sols entièrement aptes se situent dans les arrondissements de Hounviguè, Affamè, Atchonsa et Bonou-centre. Dans l'arrondissement de Damè-Wogon, en majorité, les sols sont modérément aptes pour la culture du manioc.

3.3.3- Evaluation physico-chimique du milieu pour le riz

L'ensemble du cycle du riz est lié aux exigences particulières de la plante en matière de température. Pour sa croissance, la plante a besoin d'une température minimale de 12°C et de 18°C pendant la période de fécondation. Mais les caractéristiques du sol sont importantes pour un bon rendement du riz. Il faut noter que le riz pris en compte dans le cadre de ce travail est le riz de bas-fond.

Le tableau XXVI présente l'évaluation des caractéristiques physico-chimiques et l'aptitude des différents types de sols pour la culture du riz dans la Commune de Bonou.

Tableau XXVI : Evaluation des caractéristiques physico-chimiques du milieu pour la culture du riz

Profils	Unités pédologiques	Caractéristiques physico-chimiques des unités											
		Topographie (%)	W		S			n				Classe d'aptitude	
			Drainage	Inondation	Texture	Charge graveleuse	Profondeur (cm)	CEC argile	Sat en bases (%)	M O (%)	pH	Actuelle	Potentielle
Hounk 1	Sol ferrallitique faiblement désaturé modal sur sédiment argilo-sableux du Continental Terminal	0	4	0	3	0	0	2	0	0	1	V1	S2
Hounk 2	Sol peu évolué d'apport alluvial hydromorphe	0	2	2	1	0	0	1	0	0	3	S2	S1
Hounk 3	Sol ferrallitique moyennement désaturé modal de pente sur colluvions	1	4	0	1	0	0	2	0	2	2	V1	S2
Hounk 4	Sol hydromorphe peu humifère à pseudo-gley sur matériau alluvial limono-argileux à argile	0	2	2	0	0	0	0	0	0	3	S2	S1
Hounk 5	Vertisol sans drainage externe à structure compacte, hydromorphe sur argile sédimentaire du tertiaire	0	2	2	0	0	0	0	0	0	3	S2	S1
Hounk 6	Sol ferrallitique faiblement désaturé modal de pente sur grès du Crétacé	1	4	0	1	0	0	2	0	1	0	V1	S2
Hounk 7	Sol hydromorphe à pseudo-gley sur matériau alluvial limoneux à limono-argileux	0	2	1	3	0	0	2	0	1	1	S2	S1
Hounk 8	Sols hydromorphes à pseudo-gley dans matériau colluvial	0	2	2	3	0	0	2	0	1	2	S2	S1

S1 = Aptes ; S2 = Modérément aptes ; S3 = Marginalement aptes ; V 1 = Actuellement inaptes ; V 2 = Inaptes ; Sat = saturation
Source : Travaux de terrain et résultats du LSSEE, 2014

De la lecture du tableau XXVI, on constate que :

- les sols ferralitiques sont actuellement inaptes pour la culture du riz du fait de leur drainage, de la texture et de la CEC ;
- tous les autres types de sol (sols hydromorphes, vertisols, sols peu évolués) sont modérément aptes pour la culture du riz dans la Commune de Bonou.

Au total, seulement les sols ferrallitiques sont plus défavorables à la culture du riz. Ils peuvent recevoir la culture du riz mais le rendement sera mauvais et cette culture va nécessiter d'apport d'eau et de substances minérales pour espérer des rendements acceptables. Mais les sols hydromorphes et les vertisols sont modérément aptes pour la culture du riz. La texture de ces sols ne convient pas pour un développement optimal de la culture du riz dans le secteur d'étude.

Ces facteurs limitants pour la culture du riz semblent être compris par les paysans de la Commune de Bonou qui ne s'adonnent pas à la culture du riz à des fins commerciales mais plutôt à des fins de subsistance. De plus, les crues annuelles, quand elles surviennent, ravagent entièrement les périmètres rizicoles. A peine 10 % des paysans interrogés font la culture du riz dans la Commune de Bonou mais beaucoup plus dans les bas-fonds que dans la dépression. Une carte d'aptitude des sols de la Commune pour la culture du riz est réalisée (figure 18).

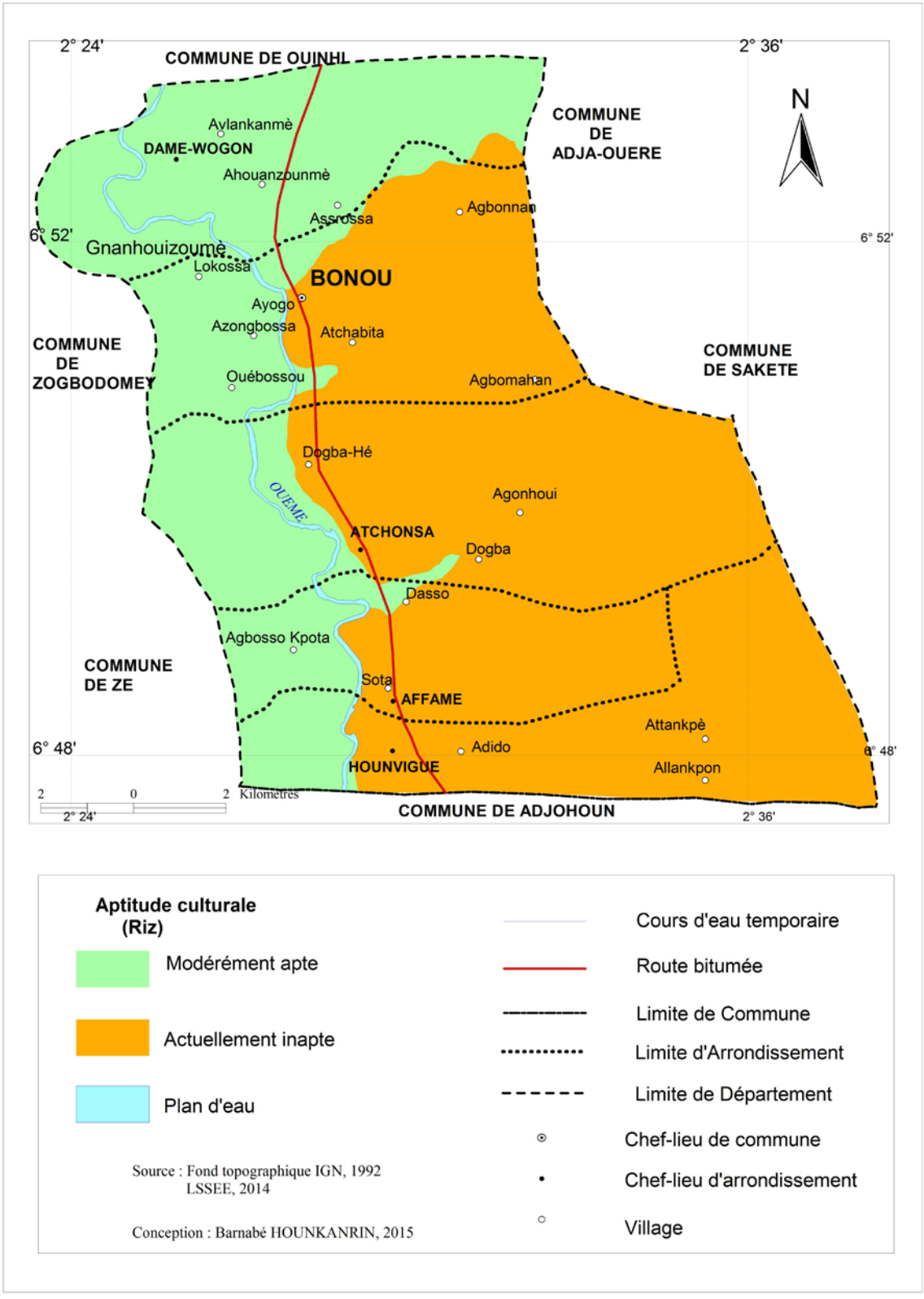

Figure 18 : Aptitude culturale des sols pour la culture du riz
Source : Travaux de terrain et du LABEE, août 2013

De la figure 18, on constate que l'aptitude des sols pour la culture du riz suit les deux unités morphologiques de la Commune de Bonou, la plaine/dépression et le plateau. Sur le plateau, les sols sont actuellement inaptes, soit 63 % des sols, tandis que dans la dépression, les sols sont modérément aptes, soit environ 37 % des sols, pour la culture du riz. Le riz se cultive pendant la décrue dans la plaine.

3.3.4- Evaluation physico-chimique du milieu pour le niébé

Le niébé n'est pas exigeant du point de vue pédologique. Il pousse bien sur une vaste gamme de sols à condition que ces derniers soient bien drainés. Le rendement optimal en gousses est obtenu sur les sols tourbeux riches en matière organique. Le niébé est très sensible aux sels, mais tolère l'acidité.

Le niébé est une plante des climats chauds qui supporte de longues périodes de sécheresse ; grâce à un système radiculaire profond, elle peut rapidement extraire l'eau des horizons profonds. Sa croissance est rapide et les variétés rampantes, fréquentes chez les paysans (Singh et *al.*, 2003), couvrent rapidement le sol et le protègent contre l'érosion (Stoop, 1986). De même, elles préservent la réserve hydrique du sol en réduisant l'évaporation.

Le tableau XXVII présente l'évaluation des caractéristiques physico-chimiques et l'aptitude des différents types de sols pour la culture du niébé dans la Commune de Bonou.

Tableau XXVII : Evaluation des caractéristiques physico-chimiques du milieu pour la culture du niébé

Profils	Unités pédologiques	Caractéristiques physico-chimiques des unités											
		Topographie (%)	W		S			n				Classe d'aptitude	
			Drainage	Inondation	Texture	Charge graveleuse	Profondeur (cm)	CEC argile	Sat en bases (%)	M O (%)	pH	Actuelle	Potentielle
Hounk 1	Sol ferrallitique faiblement désaturé modal sur sédiment argilo-sableux du Continental Terminal	0	0	0	1	0	0	2	0	0	2	S2	S1
Hounk 2	Sol peu évolué d'apport alluvial hydromorphe	0	0	0	3	0	0	1	0	0	4	V1	S1
Hounk 3	Sol ferrallitique moyennement désaturé modal de pente sur colluvions	0	2	1	3	0	0	2	0	1	2	S2-S3	S2
Hounk 4	Sol hydromorphe peu humifère à pseudo-gley sur matériau alluvial limono-argileux à argile	0	2	2	4	0	0	0	0	0	4	V1	S2
Hounk 5	Vertisol sans drainage externe à structure compacte, hydromorphe sur argile sédimentaire du tertiaire	0	2	2	4	0	0	0	0	0	4	V1	S2
Hounk 6	Sol ferrallitique faiblement désaturé modal de pente sur grès du Crétacé	0	0	0	1	1	0	2	0	1	0	S1	S1
Hounk 7	Sol hydromorphe à pseudo-gley sur matériau alluvial limoneux à limono-argileux	0	2	2	0	0	0	2	0	1	1	S2	S1
Hounk 8	Sols hydromorphes à pseudo-gley dans matériau colluvial	0	2	2	1	0	0	2	0	1	2	S2	S1

S1 = Aptes ; S2 = Modérément aptes ; S3 = Marginalement aptes ; V 1 = Actuellement inaptes ; V 2 = Inaptes ; Sat = saturation
Source : Travaux de terrain et résultats du LSSEE, 2014

Le tableau XXVII est le résultat de l'évaluation physico-chimique des différents types de sol de la Commune de Bonou pour la culture du niébé. On constate à la lecture du tableau que :

- les sols ferrallitiques faiblement désaturés modaux sur sédiment argilo-sableux du continental terminal (Hounk1), les sols ferrallitique moyennement désaturé modal de pente sur colluvions (Hounk3), les sols hydromorphes à pseudo-gley dans matériau colluvial (Hounk 8) et les sols hydromorphes à pseud-gley sur matériau alluvial limoneux à limono-argileux (Hounk 7) sont modérément aptes pour la culture du niébé. Cela veut dire que ces sols peuvent accueillir la culture du niébé mais les facteurs pédologiques vont impacter négativement le rendement ;

- les sols ferrallitiques faiblement désaturé modal de pente sur grès du Crétacé (Hounk 6) sont, à l'état actuel, entièrement apte pour la culture du niébé. Ces résultats renforcent ceux de Dakora, (1997) et Singh et *al.*, (2003) qui disent que le niébé s'accommode aux sols pauvres, probablement du fait de la fixation biologique de l'azote qui lui confère une certaine autonomie dans la nutrition azotée. Les chutes de feuilles sénescentes, les résidus racinaires et la fixation biologique de l'azote contribuent à améliorer la fertilité du sol (Singh et *al.*, 2003)

- les sols peu évolués d'apport alluvial hydromorphe (Hounk 2), les sols hydromorphes peu humifères à pseudo-gley sur matériau alluvial limono-argileux à argile (Hounk 4) et les vertisols sans drainage à structure compacte (Hounk 5) sont actuellement inaptes pour la culture du niébé. Les paramètres physico-chimiques que présentent ces sols ne sont pas favorables au développement de la culture du niébé.

Au regard de cette connaissance de l'aptitude culturale des sols pour la culture du niébé, une carte d'aptitude est réalisée (figure 19).

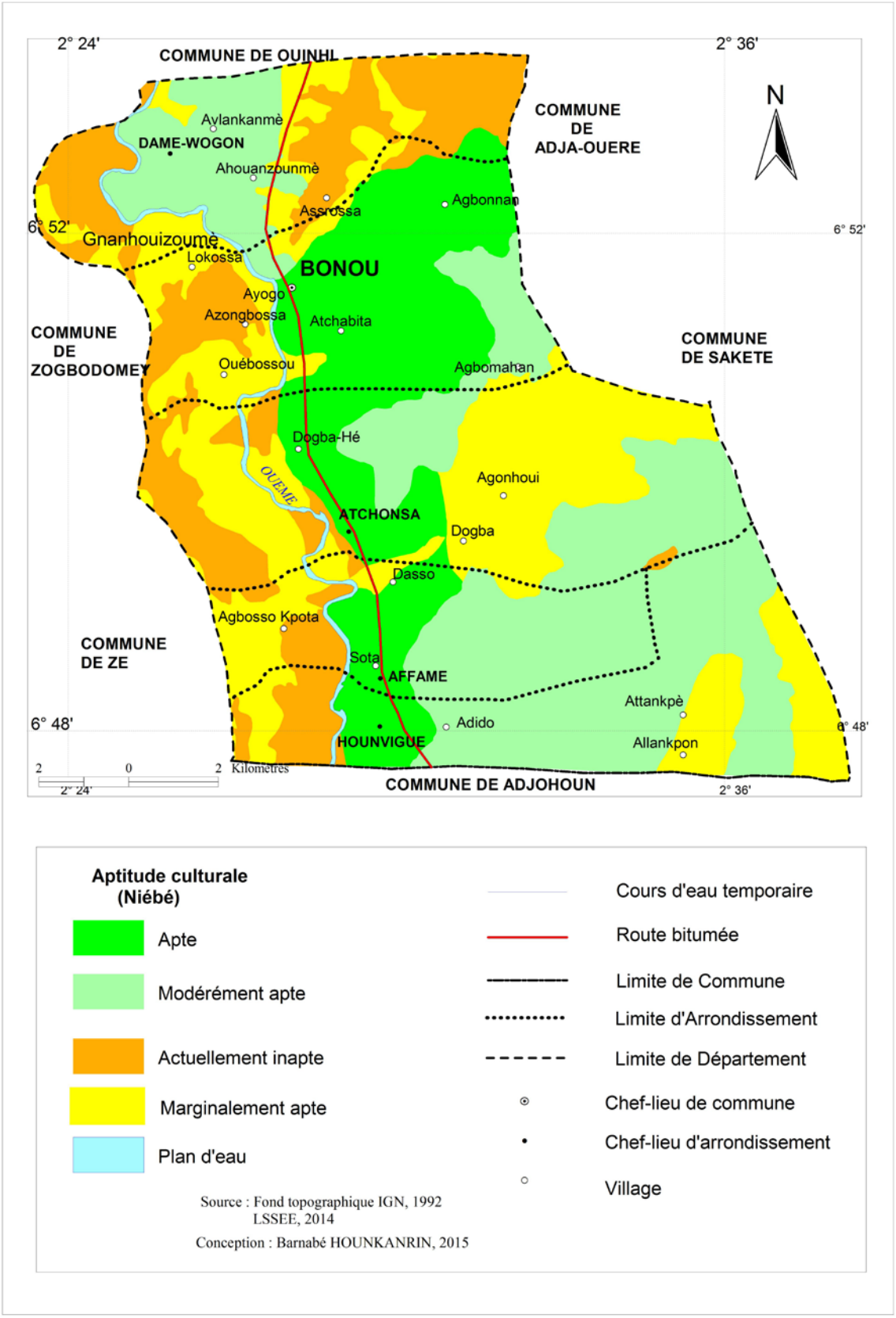

Figure 19 : Aptitude culturale des sols pour la culture du niébé
Source : Travaux de terrain et du LABEE, août 2013

La figure 19 présente la carte d'aptitude culturale pour la culture du niébé. On note 20 % des sols sont entièrement aptes pour la culture du niébé, 36 % des sols sont modérément aptes, 27 % de sols marginalement aptes et 16 % des sols actuellement inaptes pour la culture du niébé dans la Commune de Bonou.

3.3.5- Evaluation physico-chimique du milieu pour la patate douce

La culture de la patate douce est relativement facile. Elle permet des rotations assez rapides : 4 à 5 mois de culture en moyenne. C'est une culture nettoyante car elle étouffe beaucoup de mauvaises herbes. La culture est sensible à la concurrence des mauvaises herbes au cours des 6 à 10 premières semaines qui suivent la plantation. C'est le temps nécessaire aux boutures pour assurer leur reprise et démarrer la couverture du sol. Dans la deuxième moitié du cycle, la patate douce est assez forte pour occuper le terrain. Seules quelques adventices peuvent la concurrencer.

Les résidus de patate douce peuvent empêcher la nodulation chez les plantes fixatrices d'azote, caractéristique qui doit être prise en compte dans le choix de la succession culturale. La patate douce s'adapte bien à de nombreux types de sol avec cependant une nette préférence pour les sols limono sableux ou sablo limoneux. Les sols légers drainant bien, riches en matière organique lui conviennent le mieux. Le tableau XXIII présente l'évaluation des caractéristiques physico-chimiques et l'aptitude des différents types de sols pour la culture de la patate douce dans la Commune de Bonou.

Tableau XXVIII : Evaluation des caractéristiques physico-chimiques du milieu pour la culture de la patate douce

Profils	Unités pédologiques	Caractéristiques physico-chimiques des unités											
		Topographie (%)	W		S			n				Classe d'aptitude	
			Drainage	Inondation	Texture	Charge graveleuse	Profondeur (cm)	CEC argile	Sat en bases (%)	M O (%)	pH	Actuelle	Potentielle
Hounk 1	Sol ferrallitique faiblement désaturé modal sur sédiment argilo-sableux du Continental Terminal	0	0	0	2	0	0	2	0	1	1	S2	S1
Hounk 2	Sol peu évolué d'apport alluvial hydromorphe	0	2	1	1	0	0	1	0	0	4	V1	S2
Hounk 3	Sol ferrallitique moyennement désaturé modal de pente sur colluvions	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	S2	S1
Hounk 4	Sol hydromorphe peu humifère à pseudo-gley sur matériau alluvial limono-argileux à argile	0	2	1	4	0	0	0	0	0	3	V1	S2
Hounk 5	Vertisol sans drainage externe à structure compacte, hydromorphe sur argile sédimentaire du tertiaire	0	2	1	0	0	0	1	0	0	4	S3	S2
Hounk 6	Sol ferrallitique faiblement désaturé modal de pente sur grès du Crétacé	0	0	0	2	0	0	2	0	2	0	S2	S1
Hounk 7	Sol hydromorphe à pseudo-gley sur matériau alluvial limoneux à limono-argileux	0	2	0	1	0	0	2	0	2	1	S2	S1
Hounk 8	Sols hydromorphes à pseudo-gley dans matériau colluvial	0	2	1	2	0	0	2	0	2	1	S2	S1

S1 = Aptes ; S2 = Modérément aptes ; S3 = Marginalement aptes ; V 1 = Actuellement inaptes ; V 2 = Inaptes ; Sat = Saturation
Source : Travaux de terrain et résultats du LSSEE, 2014

Pour la culture de la patate douce dans la Commune de Bonou, on constate, à travers le tableau XXIII, que :

- tous les sols ferrallitiques des profils Hounk 1, Hounk 3 et Hounk 6 sont modérément aptes pour la culture de la patate douce, donc, présentant des paramètres physico-chimiques qui ne sont pas totalement favorables à la culture de la patate douce. Mais l'impact de ces paramètres n'empêche en rien de pratiquer la culture de la patate douce sur les sols ferralitiques du secteur d'étude ;
- de même, les sols hydromorphes à pseudo-gley sur matériau alluvial limoneux à limono-argileux (Hounk 7) et les sols hydromorphes à pseudo-gley dans matériau colluvial (Hounk 8) sont aussi modérément aptes pour la culture de la patate douce comme c'est le cas avec les sols ferrallitiques ;
- les sols peu évolués d'apport alluvial hydromorphes (Hounk 2) et les vertisols sans drainage externe à structure compacte (Hounk 5) présentent un taux de pH qui ne favorisent pas le développement optimal de la culture de la patate douce. On en déduit donc que ces deux types de sol sont marginalement aptes pour la patate douce, c'est-à-dire, qu'ils vont négativement impacter le rendement de la patate douce ;
- par contre, les sols hydromorphes peu humifères à pseudo-gley sur matériau alluvial limono-argileux à argile présentent une texture et un pH particulièrement contraignants pour le développement de la culture de la patate douce : ces sols sont donc actuellement inaptes pour la patate douce. Mais il faut préciser qu'un apport de matière minérale peut influencer positivement la texture du sol et par ricochet, le pH peut rendre ces sols modérément aptes pour la culture de la patate douce.

Au regard de cette connaissance, il est réalisé une carte d'aptitude culturale des sols de la Commune de Bonou pour la culture de la patate douce (figure 20).

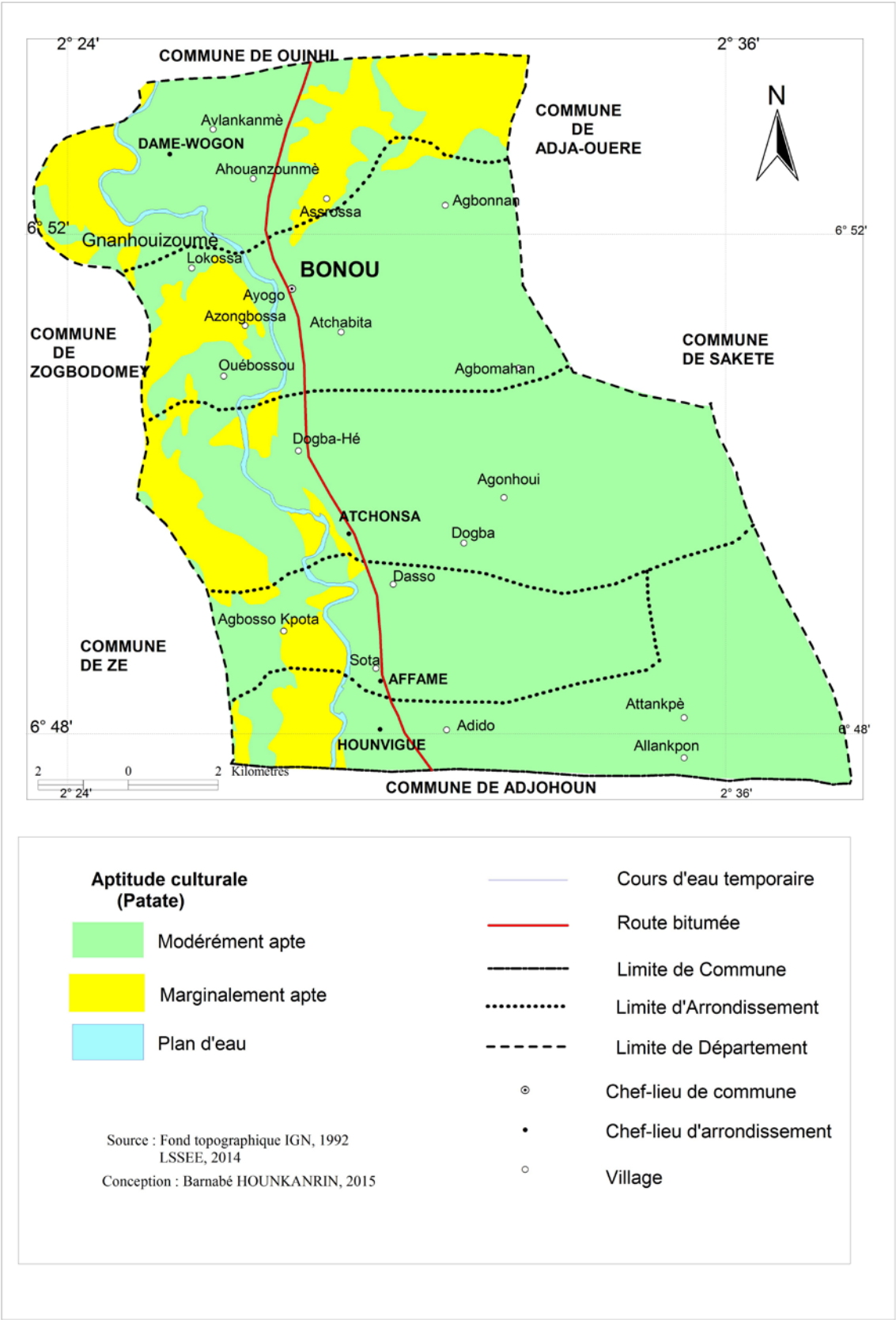

Figure 20 : Aptitude culturale des sols pour la culture de la patate douce
Source : Travaux de terrain et du LABEE, août 2013

De la figure 20, on note que 83 % des sols sont modérément aptes pour la culture de la patate douce. Dans le même temps, 13 % des sols sont marginalement aptes pendant que 2 % des sols sont actuellement inaptes pour la culture de la patate douce dans la Commune de Bonou. La patate douce est cultivée sur tous les sols ferrallitiques et surtout sur les sols hydromorphes de la dépression. Ce sont les patates douces cultivées dans la dépression/plaine qu'on rencontre sur les marchés au cours des mois de mai, juin et juillet.

En somme, on constate que dans la Commune de Bonou, les sols sont soit aptes, soit modérément aptes, soit marginalement aptes ou encore actuellement inaptes pour chacune des cultures choisies dans le cadre de cette étude. De l'ensemble des observations, une synthèse a été faite de l'aptitude des différents types de sols aux cultures choisies (Tableau XXIX).

Tableau XXIX: Synthèse de l'aptitude culturale des sols pour les cultures choisies

Cultures	**Unités pédologiques**							
	Sol ferrallitique faiblement désaturé modal sur sédiment argilo-sableux du Continental Terminal	Sol ferrallitique moyennement désaturé modal de pente sur colluvions	Sol ferrallitique faiblement désaturé modal de pente sur grès du Crétacé	Sol peu évolué d'apport alluvial hydromorphe	Vertisol sans drainage externe à structure compacte	Sol hydromorphe peu humifère à pseudo-gley sur matériau alluvial limono-argileux à argile	Sol hydromorphe à pseudo-gley sur matériau alluvial limoneux à limono-argileux	Sols hydromorphes à pseudo-gley dans matériau colluvial
Maïs	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2
Manioc	S1	S1	S1	V1	V1	V1	S2	S2
Riz	V1	V1	V1	S2	S2	S2	S2	S2
Patate douce	S2	S2	S2	S3	S3	V1	S2	S2
Niébé	S2	S3	S1	V1	V1	V1	S3	S2

S1 = Aptes ; S2 = Modérément aptes ; S3 = Marginalement aptes ; V1 = Actuellement inaptes ; V 2 = Inaptes

Source : Travaux de terrain et résultats du LSSEE, février 2014

Le tableau XXIX présente la synthèse des aptitudes des différents types de sol aux cinq cultures choisies. D'après ces résultats, tous les sols de la Commune de Bonou peuvent accueillir la culture du maïs avec de bons rendements si les conditions climatiques sont favorables.

Tous les sols ferrallitiques sont aptes pour la culture du manioc tandis que les sols hydromorphes à pseudo-gley sur matériau alluvial limoneux à limono-argileux et les sols hydromorphes à pseudo-gley dans matériau colluvial sont modérément aptes pour la culture du manioc. Par contre, les vertisols, les sols peu évolués d'apport alluvial hydromorphe et les sols hydromorphes peu humifères à pseudo-gley sur matériau alluvial limono-argileux à argile sont actuellement inaptes pour la culture du manioc.

Pour la culture du riz, à part les sols ferrallitiques qui sont inaptes, les autres sols sont modérément aptes pour la culture, donc avec de bons rendements.

Les sols ferrallitiques de même que sur les sols hydromorphes à pseudo-gley sur matériau alluvial limoneux à limono-argileux et les sols hydromorphes à pseudo-gley dans matériau colluvial sont modérément aptes pour la culture de la patate douce.

Pour la culture du niébé, les sols ferrallitiques faiblement désaturés modaaux de pente sur grès du Crétacé, les sols ferrallitiques faiblement désaturés modal sur sédiment argilo-sableux du Continental Terminal et les sols hydromorphes à pseudo-gley dans matériau colluvial favorisent sont modérément aptes. Les sols ferrallitiques moyennement désaturé modal de pente sur colluvions et les sols hydromorphes à pseudo-gley sur matériau alluvial limoneux à limono-argileux sont marginalement aptes de la culture du niébé. Par contre, les autres types de sols sont actuellement inaptes pour la culture du niébé.

Conclusion partielle

La texture et le taux de matières organiques d'un sol sont très déterminants pour la fertilité des sols et leur convenance aux cultures. Dans la Commune de Bonou, on rencontre des sols à texture sablo-limoneux, argilo-sableux, limono-argileux, argilo-limoneux, argileux et limono-sableux. Le taux de matières organiques dans ces sols varient d'un sol à un autre et aussi suivant la topographie. Les vertisols ont le plus fort taux de matières organiques dans la Commune de Bonou. Sur les neufs profils, 55 % ont un pH très acide, ce qui est un facteur limitant pour la culture de certaines espèces végétales. Sur les cinq cultures ciblées, seulement le maïs est adapté à tous les types de sol avec un rendement acceptable. Les croisements des données relatives aux exigences pédologiques des cultures avec les caractéristiques physico-chimiques des sols en présence ont permis de classer les sols de la Commune suivant leur fertilité aux cultures choisies. Tous les sols n'ont pas les mêmes aptitudes pour toutes les cultures. Ceci montre l'importance de connaître les caractéristiques physico-chimiques d'un sol avant d'y implanter une culture.

CHAPITRE IV
MODES DE MISE EN VALEUR AGRICOLE DES TERRES DANS LA COMMUNE DE BONOU ET IMPLICATIONS

Dans ce chapitre IV sont exposés les modes d'exploitation agricole des terres dans la Commune de Bonou. Ces modes d'exploitation sont mis en relation avec les types de sol pour identifier les limites des modes d'exploitation des terres dans la Commune. Aussi, les différentes mutations agricoles sont-elles exposées dans ce chapitre.

4.1- Evolution de l'organisation de l'espace

Dans la plupart des régions de l'Afrique, l'agriculture traditionnelle était basée sur la culture itinérante sur brûlis jusqu'à la fin du XIXe siècle. Les hommes n'ont eu que peu ou pas d'impact sur l'environnement certainement à cause de la faible efficacité de leur outillage face à une nature ''démesurée'' (Péhaut, 1981).

4.1.1- Regard sur la mise en valeur ancestrale des terres

L'absence de support écrit sur l'histoire des pratiques culturales dans la vallée avant les années 80 amène à ne prendre en compte, dans cette partie du travail, que des informations collectées auprès des personnes ressources ayant au moins 60 ans.

Les terres agricoles de la plaine d'inondation/dépression constituent pour les premiers habitants de la Vallée de l'Ouémé, une grande opportunité agricole du fait de leur fertilité naturelle. Ces terres de la dépression sont appelées en langue Wémè « Wɔdji » et les terres du plateau sont appelées toujours en langue Wémè « Aguédji ». Les premiers habitants de la Commune de Bonou se sont installés dans la dépression pour lutter contre les envahisseurs, et pratiquaient dans ce milieu l'agriculture avec des rendements élevés. Il s'agissait d'une agriculture de subsistance. Cette agriculture se pratiquait dans les mois de novembre ou décembre, après le retrait des eaux de crue. Ces paysans faisaient alors la pêche et l'agriculture après le retrait des eaux. Le milieu refuge était alors devenu un espace de bien-être pour les paysans. Mais cet engouement pour les terres de la plaine d'inondation a tôt fait de briser l'espoir des paysans. En effet, le phénomène cyclique de crue qui a cours chaque année dans la vallée, détruit toutes les spéculations sur les espaces inondés et crée ainsi d'énormes pertes pour les paysans. Cette crue qui survient chaque année avec une intensité variable et à une période variable d'une année à une autre crée un doute dans l'esprit des paysans. La perte des superficies emblavées par l'envahissement de l'eau de crue a brisé le

rêve des paysans qui avaient toujours considéré cet espace comme le meilleur endroit pour une agriculture qui comble le rêve du paysan. Ces paysans se sont alors lancés dans la recherche de nouvelles terres fertiles sur les terres exondées, celles du plateau. Pour 90 % des personnes ressources interrogées, cette ruée vers de nouvelles terres fertiles était favorisée par la disponibilité des terres sur le plateau en ce temps-là. Les paysans ayant des terres dans la plaine d'inondation ont conquis, de plusieurs manières, des terres agricoles sur le plateau pour éviter des surprises désagréables que peut engendrer la crue annuelle dans la dépression. Au regard du climat subéquatorial qui règne dans la Commune de Bonou, les terres du plateau nouvellement conquises par ces premiers occupants de la Commune offrent aux paysans deux saisons agricoles au lieu de l'unique saison agricole possible dans la dépression. Un seul paysan est alors en mesure de faire deux saisons agricoles sur les terres du plateau et une saison agricole dans la dépression. Les terres de la plaine d'inondation sont devenues du coup, un espace pour les paysans de faire des compléments de production agricole si la crue annuelle ne causait pas de dommage aux cultures de la dépression.

Les techniques traditionnelles de mise en valeur des terres agricoles pratiquées par les paysans du plateau, il y a 50 ans, reposaient sur une agriculture itinérante sur brûlis d'une petite surface de terrain qu'ils cultivaient pendant quelques années (10 à 15 ans) avant de l'abandonner en jachère pendant environ 10 ans et parfois plus. Après le recrû forestier, une fois les conditions écologiques remplies, le même agriculteur ou un autre, pouvait à nouveau défricher cette forêt secondaire et faire de bonnes récoltes pendant quelques années avant de se déplacer vers une autre parcelle de forêt. Ce caractère traditionnel de la mise en valeur de l'espace ne visait qu'à satisfaire les besoins alimentaires d'une population au demeurant peu nombreuse. L'activité agricole était donc essentiellement fondée sur une production céréalière en association avec les tubercules (manioc, taro, etc...). L'exploitation du milieu ne dépassait guère les limites du plateau qui constituait pour les paysans de la Commune de Bonou, un bastion refuge beaucoup plus maîtrisable que la plaine d'inondation où la crue crée chaque année des ravages. Mais de nos jours, l'augmentation sans cesse croissante de la population et la recherche de terres fertiles font que les terres du plateau deviennent de plus en plus rares.

4.1.2-Activités agricoles et dynamique des unités d'occupation du sol

L'augmentation de la population et l'extension considérable des cultures à but commercial ont déséquilibré le système traditionnel de mise en valeur des terres agricoles dans la Commune de Bonou. Au Sud-Bénin, la terre est non seulement un bien très lié à la collectivité mais la forte densité humaine la rend peu disponible pour de vastes projets agricoles (Biaou, 1994).

La satisfaction des besoins ne peut se réaliser qu'au prix d'une destruction abusive des ressources naturelles. Pour mettre ceci en exergue, trois cartes d'occupation des unités de sol ont été réalisées dans la Commune pour les années 1986, 2000 et 2013. Afin de mieux apprécier les unités d'occupation du sol, une analyse comparée des unités d'occupation du sol entre deux sous-périodes, 1986-2000 et 2000-2013 est menée avant de faire un bilan d'occupation des unités d'occupation du sol entre 1986 et 2013.

- **Unités d'occupation du sol entre 1986 et 2000**

Les unités d'occupation du sol ont subi d'énormes pressions du fait de l'augmentation des espaces de cultures dans la Commune de Bonou (figure 21).

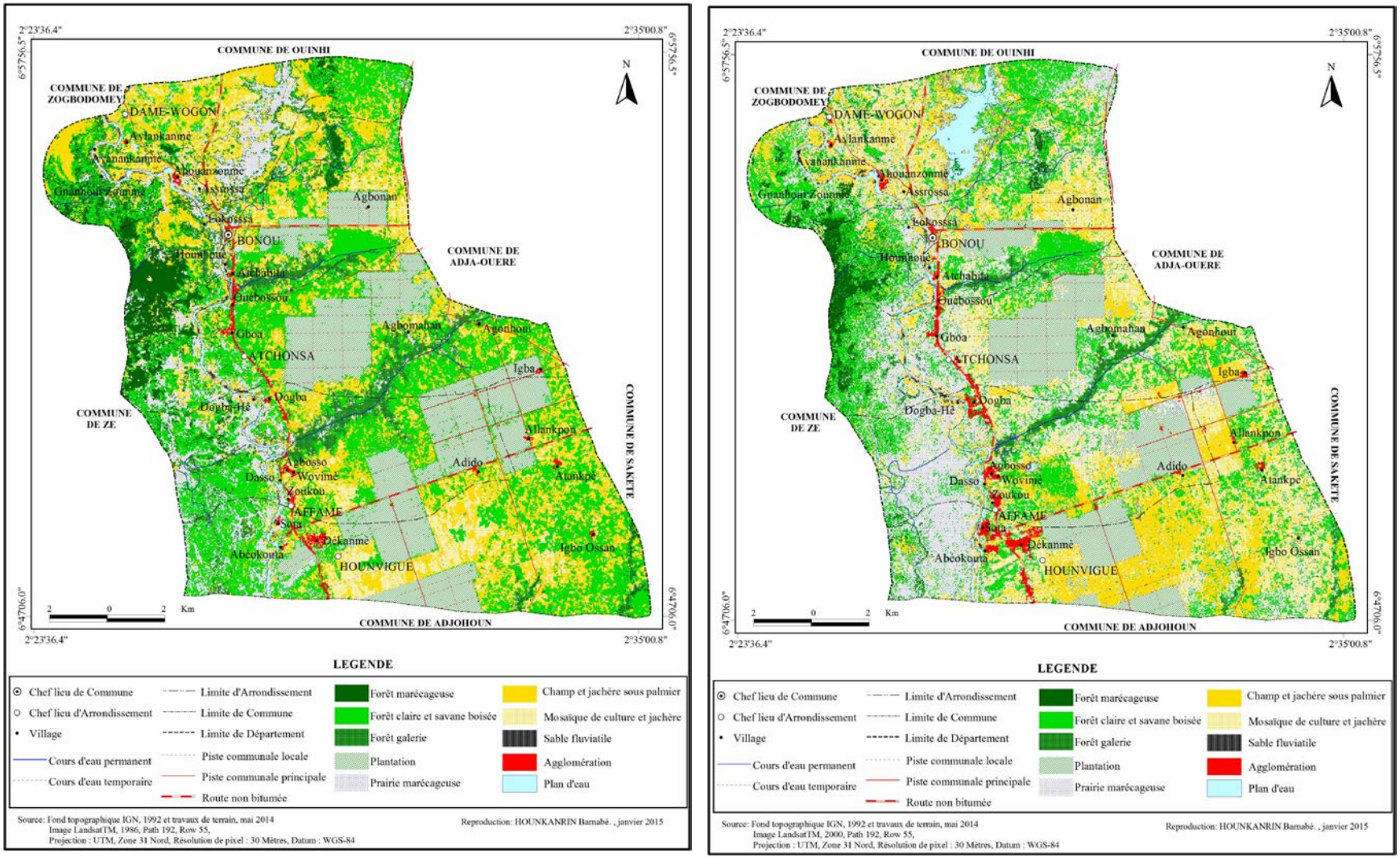

Figure 21 : Unités d'occupation du sol en 1986, 2000 dans la Commune de Bonou

L'évolution de la superficie des différentes unités d'occupation du sol, à partir des cartes de la figure 21, entre les années 1986 et 2000 est présentée dans le tableau XXX.

Tableau XXX : Evolution de la superficie des unités d'occupation du sol entre 1986 et 2000

Unités d'occupation du sol	Etat de surface en 1986		Etat de surface en 2000		Bilan états de surface 1986 - 2000	
	Superficie (ha)	Prop (%)	Superficie (ha)	Prop (%)	Superficie (ha)	Prop (%)
Forêt marécageuse	1311,90	5,25	625,51	2,5	-686,39	-2,75
Forêt claire et savane boisée	7434,25	29,74	6244,37	24,98	-1189,87	-4,76
Forêt galerie	1520,20	6,08	630,54	2,52	-889,65	-3,56
Plantation	4206,23	16,82	2793,80	11,18	-1412,43	-5,64
Prairie marécageuse	1941,02	7,76	4142,11	16,57	2201,09	8,81
Champ et jachère sous palmier	5721,01	22,88	3997,89	15,99	-1723,11	-6,89
Mosaïque de culture et jachère	2427,32	9,71	5467,25	21,87	-3039,92	12,16
Sable fluviatile	58,16	0,23	71,64	0,29	13,48	0,06
Agglomération	140,76	0,56	669,23	2,68	528,46	2,12
Plan d'eau	239,12	0,96	357,63	1,43	118,50	0,47
Total	**25000**	**100**	**25000**	**100**		

Source : Résultats des classifications des images satellitales Landsat de 1986 et 2000

On retient des données du tableau XXX qu'en 1986, la forêt claire et savane boisée dominent les autres unités d'occupation avec une proportion de 29,74 % de la superficie totale du secteur d'étude. Viennent ensuite les champs et jachères sous palmier (22,88 %), les plantations (16,82 %), la mosaïque de cultures et jachère (9,71 %) fortement présente au nord et au sud de la commune et la formation marécageuse (7,76 %) dans la vallée dans la partie ouest et le long des cours d'eau. La forêt galerie (6,08 %), la forêt marécageuse (5,25 %) occupent une partie de la vallée. Le plan d'eau, l'agglomération et le sable fluviatile occupent respectivement 0,96 %, 0,56 % et 0,23 %. Mais en 2000, les superficies occupées par ces unités ont soit augmenté ou soit diminué. La forêt marécageuse et la forêt claire et savane boisée occupent respectivement 2,50 % et 24,98 % de la superficie totale du secteur. Ces unités qui apparaissant de façon très ponctuelle sont observées particulièrement dans les zones humides, mais aussi dans quelques cuvettes et bas-fonds. Quant à la forêt galerie et la plantation, elles couvrent 2,52 % et 11,18 % du secteur d'étude. Les mosaïques de culture et jachère et le champ et jachères sous palmier occupent respectivement 21,87 % et 15,99 %. On les rencontre presque partout sur le secteur d'étude et les autres unités à savoir l'agglomération, le plan d'eau et le sable fluviatile ont occupé dans l'ordre, 2,68 %, 1,43 % et 0,29 %.

En somme, les forêts marécageuses, les forêts claires et savanes boisées, la forêt galerie, les plantations et les champs et jachères sous palmier ont laissé place aux mosaïques de culture et jachère, aux prairies marécageuses et aux agglomérations sous l'emprise de l'homme. Cette tendance s'est accentuée entre 2000 et 2013.

- **Unités d'occupation du sol entre 2000 et 2013**

La pression de l'homme sur les unités d'occupation du sol s'est accentuée entre les années 2000 et 2013 (figure 22).

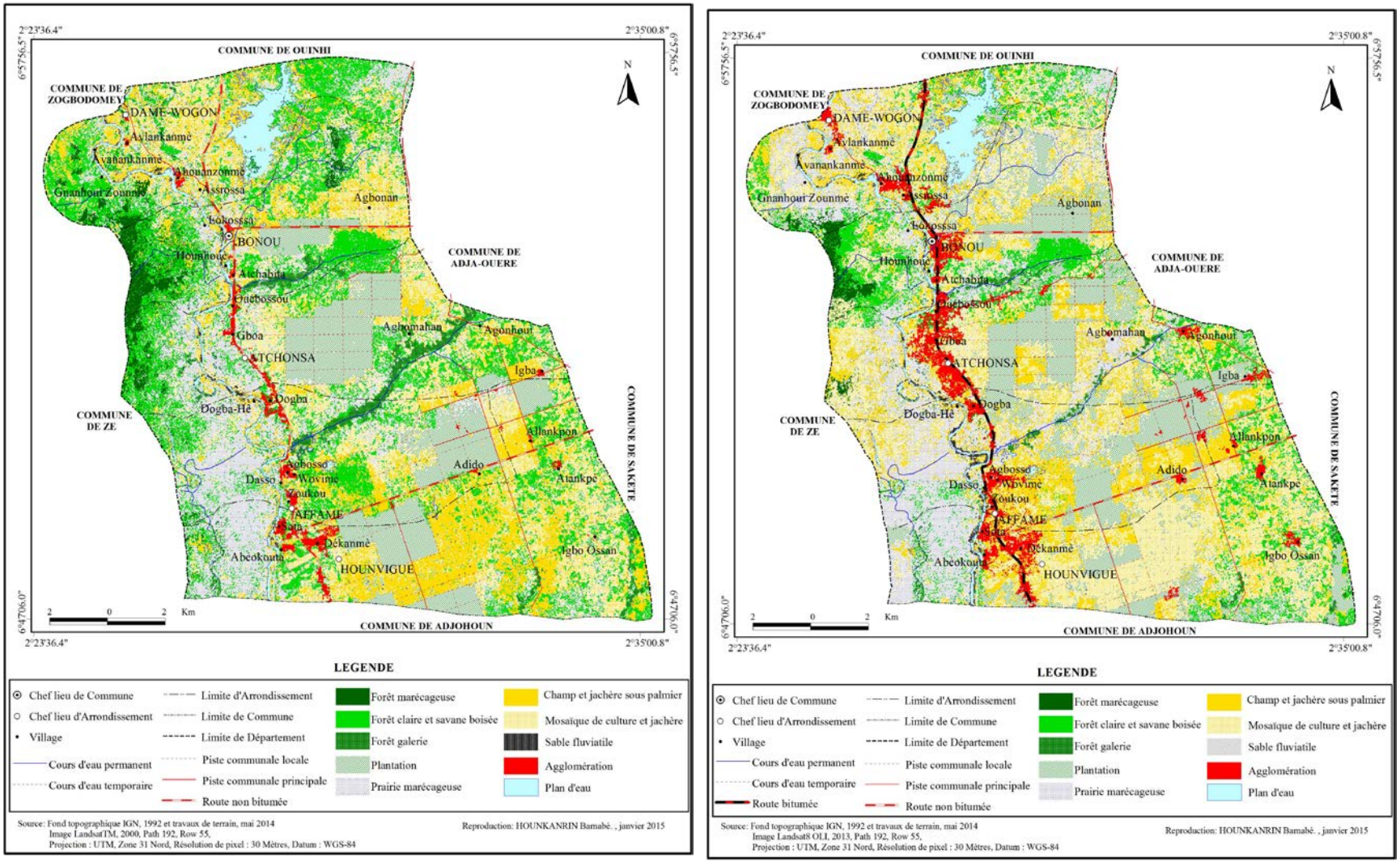

Figure 22 : Unités d'occupation du sol en 2000 et 2013 dans la Commune de Bonou

L'évolution des superficies des différentes unités d'occupation du sol entre 2000 et 2013 est présentée dans le tableau XXXI.

Tableau XXXI : Evolution des superficies des unités d'occupation du sol en 2000 et 2013

Unités d'occupation du sol	Etats de surface en 2000		Etats de surface en 2013		Bilan états de surface 2000-2013	
	Superficie (Ha)	Prop (%)	**Superficie (Ha)**	Prop (%)	**Superficie (Ha)**	Prop (%)
Forêt marécageuse	625,51	2,5	251,22	1	-374,28	-1,5
Forêt claire et savane boisée	6244,37	24,98	2180,72	8,72	-4063,64	-16,26
Forêt galerie	630,54	2,52	196,72	0,79	-433,81	-1,73
Plantation	2793,80	11,18	4540,70	18,16	1746,90	6,98
Prairie marécageuse	4142,11	16,57	5179,55	20,72	1037,44	4,15
Champ et jachère sous palmier	3997,89	15,99	3072,30	12,29	-925,59	-3,7
Mosaïque de culture et jachère	5467,25	21,87	7697,14	30,79	2229,88	8,92
Sable fluviatile	71,64	0,29	195,61	0,78	123,97	0,49
Agglomération	669,23	2,68	1332,82	5,33	663,59	2,65
Plan d'eau	357,63	1,43	353,17	1,41	-4,45	-0,02
Total	25000,00	100	**25000,00**	**100**		

Source : Résultats des classifications des images satellitales Landsat de 2000 et 2013

De l'analyse des informations du tableau XXXI, on retient qu'en 2013, l'unité qui domine en proportion sur les autres unités est la mosaïque de culture et jachère avec 30,79 % de la superficie totale du secteur d'étude. Viennent ensuite les prairies marécageuses (20,72 %), les plantations qui ont occupé 18,16 %. La forêt claire et la savane boisée avec 8,72 % se trouvent presque uniquement dans les zones un peu humides, mais très absentes sur le plateau. L'agglomération a connu une extension avec 5,33 %. Le plan d'eau, la forêt marécageuse, la forêt galerie et le sable fluviatile occupent respectivement 1,41 %, 1,00 %, 0, 79 % et 0,78 %.

En 13 ans, les forêts claires et savanes boisées ont perdu 16,26 % de leur superficie tandis que les mosaïques de culture et jachères ont gagné environ 9 %. C'est la preuve que les hommes exploitent ces milieux pour les activités agricoles. Il importe alors de voir la tendance entre 1986 et 2013.

- **Evolution des superficies des unités d'occupation du sol entre 1986 et 2013**

L'analyse diachronique de l'occupation des unités d'occupation du sol entre 1986 et 2013 permet d'appréhender la dynamique globale des différentes unités (figure 23).

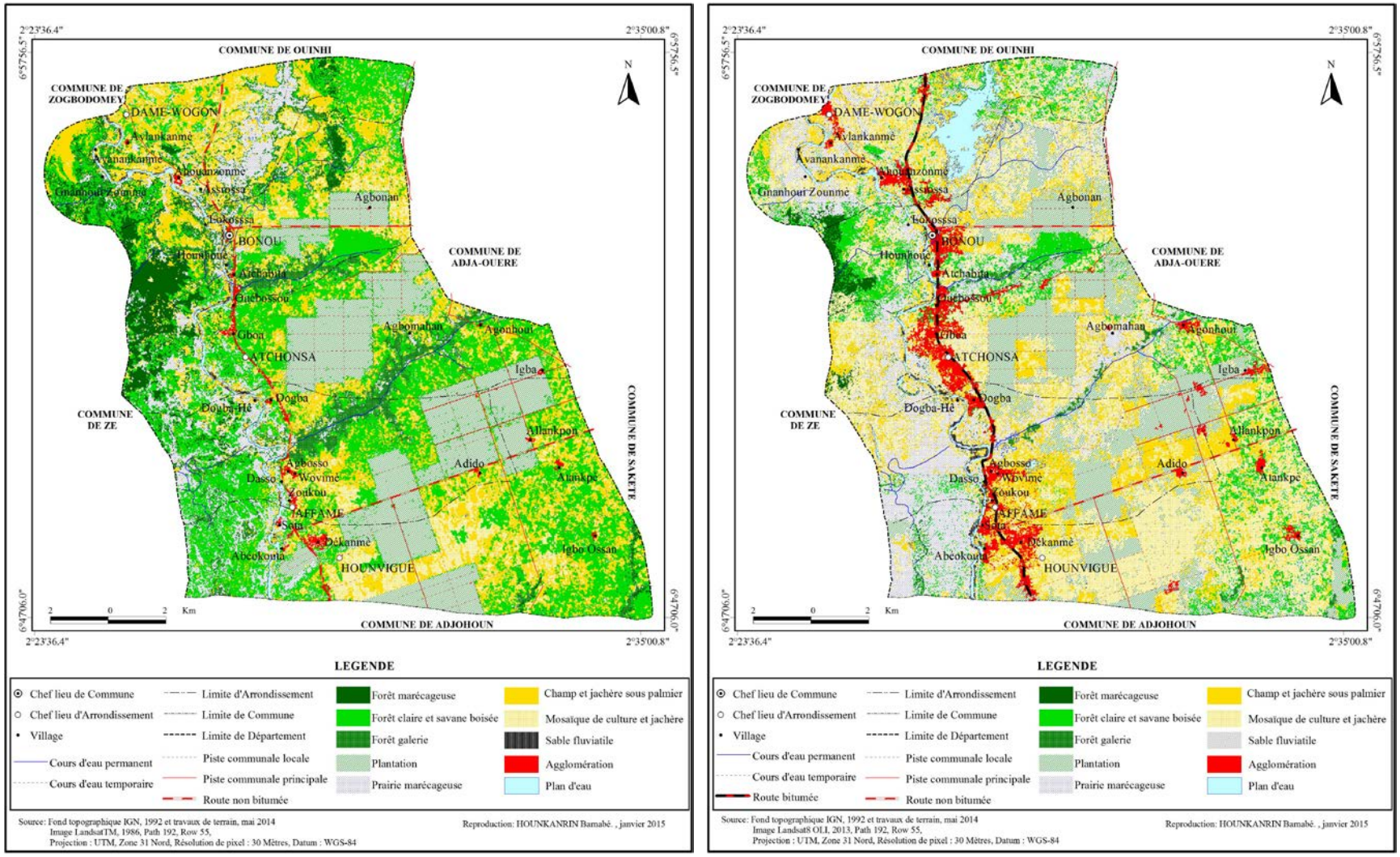

Figure 23 : Unités d'occupation du sol en 1986 et 2013 dans la Commune de Bonou

Les cartes de la figure 23 présentent les unités d'occupation de sol entre 1986 et 2013. L'analyse comparative des états de 1986 à 2000 et de 2000 à 2013 a permis d'apprécier l'ampleur de l'évolution de l'occupation du sol. Le tableau XXXII présente le bilan de l'évolution des superficies des différentes unités d'occupation du sol entre 1986, 2000 et 2013.

Tableau XXXII: Evolution des superficies des unités de sols entre 1986 et 2013

Unités d'occupation du sol	**Etats de surface en 1986**		**Etats de surface en 2000**		**Etats de surface en 2013**		**Bilan Etats de surface 1986-2013**		**Evolution**
	Sup (Ha)	**Prop (%)**	**Sup (Ha)**	Prop (%)	**Sup (Ha)**	Prop (%)	**Sup (Ha)**	Prop (%)	
Forêt marécageuse	1311,90	5,25	625,51	2,50	251,23	1,00	-1060,67	-4,25	R
Forêt claire et savane boisée	7434,25	29,74	6244,37	24,98	2180,73	8,72	-5253,52	-21,02	R
Forêt galerie	1520,20	6,08	630,55	2,52	196,73	0,79	-1323,48	-5,29	R
Plantation	4206,24	16,82	2793,80	11,18	4540,70	18,16	334,46	1,34	P
Prairie marécageuse	1941,02	7,76	4142,11	16,57	5179,56	20,72	3238,54	12,96	P
Champ et jachère sous palmier	5721,01	22,88	3997,89	15,99	3072,30	12,29	-2648,71	-10,59	R
Mosaïque de culture et jachère	2427,33	9,71	5467,26	21,87	7697,14	30,79	5269,81	21,08	P
Sable fluviatile	58,16	0,23	71,64	0,29	195,61	0,78	137,46	0,55	P
Agglomération	140,76	0,56	669,23	2,68	1332,83	5,33	1192,06	4,77	P
Plan d'eau	239,13	0,96	357,63	1,43	353,18	1,41	114,05	0,45	P
Total	**25000,00**	**100,00**	25000,00	100,00	**25000,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**	

***Source* :** Résultats des classifications des images satellitales Landsat de 1986 à 2013
Légende : Sup = superficie ; Prop = proportion ; R = régressive et P = progressive

De l'analyse des informations du tableau XXXII, on constate qu'il y a des unités dont les superficies ont progressé et d'autres dont les superficies ont régressé. L'expansion des unités telles que les plantations (1,34 %), les prairies marécageuses (12,96 %), les mosaïques de cultures et jachères (21,08 %) et les agglomérations (4,77 %) traduit les changements positifs de la dynamique de l'occupation du sol dans la Commune de Bonou. Cela veut dire que ces unités sus-citées ont gagné plus d'espace. Des changements négatifs se traduisent par la perte de superficie de la forêt marécageuse, des forêts claires et des savanes boisées, de la forêt galerie, et des champs et jachères sous palmier.

En somme, de 1986 à 2013, soit en 27 ans, les forêts claires et savanes boisées ont régressé de 21,02 %. Dans le même temps, les mosaïques de culture et jachères ont un accroissement de 21,08 %. En considérant les agglomérations qui ont augmenté de 4,77 %, on peut conclure que la population de la Commune augmentant, les hommes détruisent les forêts claires et savanes boisées disparaissent au profit de l'agriculture.

Les résultats de l'étude montrent que l'espace naturel disparaît avec le temps. Ces résultats corroborent ceux de Quenum, (1990), Demon, (1991), Tohozin, (1999) et Yabi, (2005) qui ont démontré que les zones de cultures augmentent avec l'évolution de l'effectif de la population. Dans la même logique, ces résultats sont conformes avec ceux de N'Bessa, (1997), Djafarou, (2007), Fangnon 2008 et Vigninou, (2010) selon lesquels les formations naturelles et les zones de cultures cèdent place aux agglomérations qui ne cessent de s'étendre. On peut donc conclure que l'augmentation de la population de la Commune de Bonou entraîne une réduction de la superficie des terres cultivables par actif agricole et donc une forte emprise sur les formations végétales naturelles.

4.2- Facteur de production

Le sol, support de la production agricole, est le principal facteur à prendre en compte dans la Commune de Bonou. La Superficie Agricole Utile (SAU) de la Commune est estimée à 11 000 ha sur une superficie totale de 25 000 ha. Il faut noter que les Coopératives d'Aménagement Rural (CAR) ont occupé 6 841 ha, soit 27 % de la superficie totale de la Commune de Bonou (CARDER Ouémé/Plateau, 2010). Cette superficie occupée par les palmiers à huile a été prise aux propriétaires terriens par l'Etat pour installer les plantations de palmiers à huile. En effet, en 1961, les coopératives agricoles créées par l'Etat autour du palmier à huile étaient obligatoires pour les propriétaires terriens. C'est ainsi que la création des Coopératives d'Aménagement Rural dans les zones de culture du palmier à huile s'est imposée comme le modèle de regroupement social qui convenait le mieux, au regard du régime foncier trop complexe et des enjeux socio-économiques. L'Etat, à travers ce choix, avait pour objectif d'amener ces coopératives à produire suffisamment de matières premières pour les usines créées dans les blocs agro-industriels et renforcer ainsi la place du pays dans le cercle mondial des producteurs d'huile de palme (Hountondji, 2000). Après cette expérience qui a pris une bonne partie des terres agricoles pour le palmier à huile et les conflits que cela amène depuis quelques années, 80 % des propriétaires terriens déclarent avoir du remords pour avoir laissé leur terre pour les coopératives.

De la Superficie Agricole Utile, environ 7 000 ha, soit 63 %, sont occupés par les cultures, toutes spéculations confondues. Les principales cultures sont le maïs, le manioc, le niébé, la patate douce, les cultures maraîchères et le palmier à huile. Mais il faut noter que ce principal facteur de production qu'est le sol est une denrée de plus en plus rare dans la Commune et est sujet à plusieurs modes d'acquisition.

4.3- Modes d'accès aux terres agricoles

Les modes d'accès aux terres agricoles ont évolué dans la Commune de Bonou. Auparavant, ce sont les premiers occupants de souche *''Yoruba''* qui sont les propriétaires terriens. Ils en concédaient par solidarité aux familles venues plus tard les rejoindre. Selon Pélissier (1995), le statut de la terre cultivée est régi par trois principes : le premier principe fait du défrichement, le facteur du contrôle foncier de l'exploitation du sol et de sa mise en valeur, la justification de la pérennité de la tenure ; le second principe dit que tout membre de la communauté clanique, villageoise ou lignagère a accès à l'utilisation du sol en fonction de sa capacité de travail et de ses besoins et le troisième principe fait des vivants, les usufruitiers d'un bien qui ne leur appartient pas et qui, par conséquent, est inaliénable. Tohozin (1999) affirme que les Ouémènou ont respecté dans une large mesure ces principes jusqu'au moment où la charge démographique et les conditions économiques les ont contraints à faire peser une menace grave sur le dernier principe. Le partage de la terre entre paysans héritiers est devenu une opération minutieuse qui attribue à chaque membre de la famille, les parcelles suivant les unités morphologiques. Il conclut que chaque exploitant jeune et marié dispose généralement des champs sur les différents types de sols épousant la topographie. Mais face à l'accroissement de la population et au regard des besoins sans cesse croissant des paysans, ces modes d'accès à la terre agricole ont évolué dans la Commune de Bonou créant même des conflits pour la mise en valeur agricole des terres.

Les modes d'accès aux terres agricoles ont évolué avec le temps dans la Commune de Bonou. Pour 90 % des personnes ressources interrogées, autrefois, six modes d'accès à la terre étaient relevés dans ladite Commune : l'héritage, le don, l'achat, la location, le gage et le prêt.

L'héritage constitue la plus importante forme d'accès à la terre dans le secteur d'étude. Le droit d'usage se transmet et n'est prêté ou mis en gage qu'avec l'accord du propriétaire.

Le don est l'œuvre de certains grands propriétaires terriens ou des chefs de collectivité qui lèguent une partie de leur propriété foncière ou une partie du domaine de la collectivité à une personne au regard des considérations qui diffèrent d'un donateur à un autre.

L'achat de parcelles est surtout l'œuvre des fonctionnaires ou des étrangers qui travaillent ailleurs et qui ont des projets agricoles dans la localité. Ceux-là achètent parfois de grandes superficies de terres agricoles à des fins d'exploitation agricole.

La location est un mode par lequel un propriétaire terrien met une partie de sa propriété foncière à la disposition d'une tierce contre l'argent pour exploitation et mise en valeur

agricole pour une durée bien déterminée renouvelable ou non. La location d'une terre agricole contraint le locataire à ne pas y implanter des cultures pérennes telles que le palmier à huile…

Le gage est un contrat par lequel le débiteur ou un tiers se dessaisit au profit d'un créancier d'un bien meuble afin de garantir le paiement de la dette. La prise en gage de terres se fait auprès de personnes âgées possédant de vastes domaines proches du plateau, juste après le lit majeur du fleuve, auprès des personnes endettées ou des paysans qui éprouvent un besoin urgent d'argent frais pour assurer les dépenses qu'imposent les funérailles d'un parent, le mariage ou les soins de santé d'un proche. La responsabilité de celui qui prend une parcelle en gage est limitée.

Le prêt est la forme d'accès qui consiste à travailler les terres déjà vendues. Ces terres sont le plus souvent vendues aux fonctionnaires ou aux étrangers. Dans le cas où ces acquéreurs ne les exploitent pas encore, les propriétaires terriens les cultivent en attendant. Mais avec de plus en plus de litiges domaniaux devant les tribunaux, une certaine méfiance est née chez les propriétaires terriens qui ne prêtent plus de terres agricoles.

Avec le temps, deux de ces modes d'accès aux terres agricoles tendent à disparaitre que l'on soit dans la dépression ou sur le plateau. Il s'agit du don et de la location. En effet, la plaine d'inondation/dépression étant assez convoitée compte tenu de sa richesse agronomique, la pression foncière y est assez forte. Chaque exploitant s'efforce d'y avoir, ne serait-ce qu'un petit lopin de terre. Ainsi, l'espace agricole de la vallée est très morcelé. Le patrimoine foncier par exploitant varie en moyenne de 0,5 à 2 ha, ce qui, a priori, peut constituer un frein pour des investissements individuels importants et limiter la rentabilisation de l'activité agricole dans la dépression. Par contre, sur le plateau, les paysans ont une marge de manœuvre plus grande. Un seul paysan peut acquérir plus de 10 ha de terres agricoles sur le plateau. A 45 %, les paysans ayant des terres agricoles sur le plateau affirment avoir plus de 5 ha d'exploitation agricole. Quelques grands exploitants agricoles ont plus de 10 ha de terres agricoles sur le plateau. Cette différence entre le plateau et la dépression trouve son fondement dans le fait que dans la Commune de Bonou, les terres du plateau font 62 % de la superficie totale de la Commune.

Il faut préciser que, aussi bien les hommes que les femmes ont le droit d'usage sur la terre. Mais ce sont les hommes qui détiennent le droit de propriété sur les terres, l'héritage étant patrilinéaire.

Aujourd'hui dans la Commune de Bonou, seulement quatre modes d'accès aux terres agricoles sont en vogue : le gage, la location, l'achat et l'héritage (figure 24).

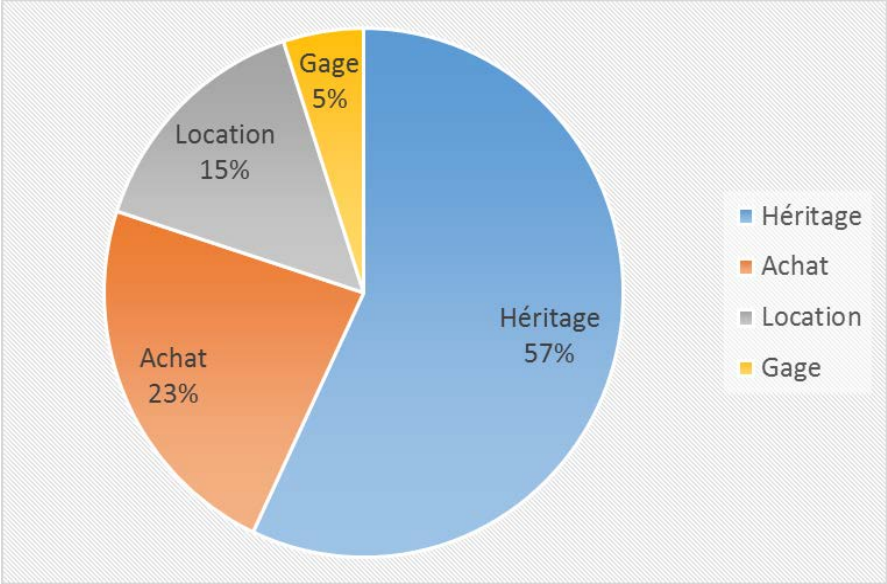

Figure 24: Modes d'accès aux terres agricoles dans la Commune de Bonou

De l'observation de la figure 24, on constate que 57 % des paysans interrogés ont eu accès à leurs terres agricoles par héritages. Il s'agit surtout de l'héritage partagé car, après la mort des aïeux, les enfants mâles, se partagent la terre et ce processus se perpétue de génération en génération. Mais il faut préciser que conformément aux résultats de Fangnon (2012), la pression démographique fait que la part de terrain revenant à chaque enfant devient de plus en plus réduite et est parfois source de conflits fonciers.

Les propriétaires terriens ayant acheté leur terre agricole font une proportion de 23 %. L'achat de parcelles est surtout l'œuvre des fonctionnaires autochtones ou allochtones qui travaillent ailleurs et qui ont des projets agricoles dans la localité. Mais il faut préciser ici qu'il y a bien des héritiers qui ont aussi acheté des nouvelles terres pour accroître leur production agricole. Ces résultats sont conformes à ceux de Tohozin (1999), qui a démontré que pour étendre leurs exploitations, les cultivateurs héritiers de terres aux dimensions de plus en plus réduites ont dû prendre en gage, louer ou acheter des terres.

Dans la Commune de Bonou, 15 % des paysans interrogés affirment avoir loué leur terre à des fins agricoles. Pour le gage, c'est un mode qui est aussi en disparition car, dans la plupart du temps, la mise en gage d'un espace finit par des litiges entre les deux camps. Soit, c'est le débiteur qui n'a pas pu solder pour récupérer sa terre pendant plusieurs années et cela finit par une dispute entre familles ou soit, c'est le créancier qui installe des cultures pérennes au moment où le débiteur lui rembourse son dû et cherche à le renvoyer. Les différents modes

d'accès aux terres agricoles restent les mêmes que l'on soit sur le plateau ou dans la dépression et d'un arrondissement à un autre. Si les modes d'accès à la terre constituent l'une des contraintes à la mise en valeur agricole des terres, la main d'œuvre agricole dans la Commune de Bonou en est une autre.

4.4. Main-d'œuvre agricole

Facteur très capital dans l'exploitation des terres agricoles dans la vallée de l'Ouémé, la main-d'œuvre agricole se raréfie de jour en jour dans la Commune de Bonou du fait de l'exode rural et de l'avènement du taxi-moto dans les villes qui occupent les jeunes actifs. Un autre facteur de la raréfaction de la main-d'œuvre dans le secteur d'étude est le déplacement massif des jeunes de la basse vallée de l'Ouémé vers le Nigeria en quête du gain facile. La main-d'œuvre devient du coup, de plus en plus chère surtout du fait de la pénibilité des travaux champêtres sur les sols de la plaine d'inondation. Diverses formes de main-d'œuvre sont utilisées dans la vallée de l'Ouémé : la main-d'œuvre payée, la main-d'œuvre familiale et l'entraide. La main-d'œuvre familiale et la main-d'œuvre payée sont les formes prépondérantes.

La main-d'œuvre payée est utilisée tant sur les terres de la vallée que sur les terres du plateau. Son coût varie suivant l'activité, la saison agricole et selon qu'on soit sur le plateau « Aguédji » ou dans la plaine d'inondation « Wɔdji ». En effet, le coût de la main-d'œuvre varie selon qu'on est en saison sèche ou en saison pluvieuse. Dans la dépression de la vallée à Bonou, 78 % des paysans font des billons larges de 0,50 m sur une longueur de 24 m. Pour ces genres de billons, la main-d'œuvre coûte 1000 F pour 06 billons. Sur une superficie de 400 m² correspondant pour les paysans à un «kanti », on a environ 18 billons des dimensions précitées et donc la main-d'œuvre pour le billonnage seul, quand le sol est encore gorgé d'eau, vaut 3500 F. Au cas où le sol s'est asséché, 90 % des paysans choisissent de faire de petits billons du fait de la nature du sol qui devient très difficile à travailler. Le prix du labour au « kanti » augmente alors à 4000 F, voire 5000 F parce qu'il faut apporter de l'eau au sol avant de pouvoir faire les billons. Le coût de la main d'œuvre varie en fonction de l'activité et de l'endroit (Tableau XXXIII).

Tableau XXXIII: Coût de la main-d'œuvre payée pour des activités agricoles

Activités	Superficie	Coût sur le plateau	Coût dans la dépression
désherbage	400 m^2	1000 F	3000 F
billonnage	400 m^2	2000 F	3500 F à 4000 F
sarclage	400 m^2	1000 F	2000 F

Source : Travaux d'enquête, septembre 2013

La main-d'œuvre payée est surtout sollicitée pour les travaux pénibles tels le désherbage, le sarclage et la récolte. La main-d'œuvre familiale est utilisée pour toutes les opérations. On assiste parfois à une division du travail selon le sexe. En général, les femmes interviennent dans les opérations de repiquage, sarclage, chasse aviaire, récolte et conditionnement.

L'entraide est une forme de main-d'œuvre qui soulage 42 % de paysans dans la Commune de Bonou. En effet, regroupés en groupes de tailles variables (5 à 15 paysans environ), les paysans s'entendent pour passer dans les champs des divers membres du groupe d'entraide pour exécuter les mêmes quantités de travail ou son équivalent suivant la charte du groupe. Il est toujours préférable que les mêmes types de travaux soient exécutés dans les champs des membres du groupe d'entraide mais il arrive qu'il y ait des travaux différents suivant le niveau d'avancement de chacun sur son champ. Mais à 100 %, les membres des groupes d'entraide interrogés s'entendent sur les équivalences des tâches à exécuter dans les champs suivant les travaux.

4.5- Financement des activités agricoles

Plusieurs stratégies sont développées par les paysans dans l'objectif d'assurer le besoin en fonds de roulement dans la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé. Le financement des activités de production agricole se fait sur fonds propres, le préfinancement par les commerçants et le crédit par les institutions de microfinance. Les producteurs sont davantage portés vers les crédits de campagne que vers les crédits d'investissement. La tendance au crédit de campagne se justifie par l'énorme besoin de main-d'œuvre pour les opérations de labour. Entre autres stratégies, on a les groupes de tontine, les emprunts auprès des Caisses Locales de Crédits Agricoles Mutuels (CLCAM). A Dogba-Hê dans l'arrondissement d'Atchonsa, 15 % des femmes interrogées estiment que les micro-crédits aux plus pauvres du gouvernement leur ont été d'un grand soutien dans l'exploitation de leurs périmètres agricoles dans la vallée.

Pour 88 % des paysans interrogés, commencer une campagne agricole sans un minimum d'argent en main est un facteur qui limite l'ambition à emblaver une grande superficie au cours de cette campagne agricole là. C'est pourquoi ils cherchent par tous les moyens à avoir un capital financier avant de démarrer l'exploitation agricole surtout pendant la campagne agricole d'avril au cours de laquelle le paysan cherche à maximiser ses efforts d'exploitation. Pour les 75 %, la culture de décrue est tellement risquée qu'il ne faut pas engager des prêts pour la faire.

4.6-Organisation des activités agricoles

Le régime pluviométrique de la Commune favorise deux saisons agricoles aux paysans en mars-avril et puis en septembre-octobre. Au-delà de ces deux saisons agricoles, la crue annuelle favorise une troisième saison agricole appelée culture de décrue qui se fait après le retrait des eaux de crue des espaces de culture. Au regard des moyens limités des paysans à mettre en place un système d'irrigation pour bénéficier de l'opportunité que leur offre le fleuve Ouémé qui traverse la Commune, l'agriculture irriguée est presque inexistante dans le milieu d'étude. On a alors deux formes d'agriculture dans la Commune de Bonou : l'agriculture pluviale et l'agriculture de contre-saison. Les activités agricoles s'organisent alors suivant le régime hydrologique de secteur d'étude qui est aussi influencé par le régime hydrologique du nord-Bénin qui induit la crue, facteur principal de l'agriculture de décrue dans la Commune de Bonou.

4.6.1- Agriculture pluviale

L'agriculture pluviale, dans la Commune de Bonou, se pratique en deux saisons agricoles suivant la grande saison pluvieuse et la petite saison pluvieuse. En effet, les premiers travaux champêtres de l'année démarrent avec la grande saison des pluies au sud-Bénin. Cette grande saison des pluies, avec toutes les perturbations qu'elle enregistre depuis quelques années, démarre généralement vers la fin du mois de mars. Même si des pluies s'enregistrent de plus en plus dans le mois de février et même dans le mois de janvier au sud-Bénin, 90 % des paysans attendent le mois de mars et même avril pour commencer les travaux devant aboutir aux premiers semis dans le mois d'avril. Cette saison agricole est nommée en langue Wémè « houé glé » et commence après la première pluie de l'année. C'est après cette pluie que les premiers labours commencent suivis des premiers semis. Mais des perturbations sont enregistrées de plus en plus dans le démarrage de cette pluie et cela est déjà démontré par les travaux de Akindélé (2014), selon lesquels, depuis environ trente ans, cette pluie a disparu et a laissé place à une pluie appelée ''Gbojaji'' qui signifie une pluie qui choisit des endroits qu'elle humidifie. Elle tombe de façon sélective. Elle peut tomber dans le village A et manquer dans le village B situé juste à côté ou vice-versa. Elle a comme conséquence des dates de semis différentes d'un territoire villageois à un autre ou d'une parcelle à une autre.

A la première saison agricole, sur le plateau comme dans la dépression, 95 % des producteurs cultivent le maïs, du manioc, de la patate douce, … La culture du niébé sur les terres du plateau intervient généralement au cours du mois de mai ou juin. Sa récolte se fait dans le

mois d'août et constitue une occasion de célébration de la fête du fétiche « Oro » dans la Commune de Bonou. En effet, le fétiche « Oro » est considéré par ses adeptes comme un fétiche qui consomme du niébé et de l'huile rouge. C'est pourquoi la fête annuelle organisée à son intention se tient toujours après les premières récoltes du niébé. Après la récolte du niébé, le champ ayant servi à sa culture sera utilisée en septembre pour la culture du maïs, les plantes du niébé pourries servant de fertilisant naturel pour la culture du maïs, principale culture dans le milieu.

La petite saison pluvieuse au sud-Bénin démarre généralement dans le mois de septembre et constitue pour les paysans du plateau, la deuxième saison agricole pluviale. Cette saison a la particularité de passer très vite car les pluies sont mal réparties dans le mois de semis. Cette petite saison agricole est appelée en langue Wémè, « zo glé ». Dans la Commune de Bonou, il y a un adage qui dit que ‘'le paysan qui ne se met pas vite au travail pendant le « zo glé » voit la saison lui passer entre les pieds''. Cela veut dire que ces paysans mêmes sont conscients de la mauvaise répartition des pluies pendant cette saison agricole. A cette saison agricole, 95 % des paysans interrogés sèment du maïs et 53 % parmi ces paysans associent au champ du maïs, la culture du manioc. Tenant compte de chaque spéculation agricole (maïs, niébé, manioc, riz et patate douce), le calendrier agricole n'est pas le même pendant les deux saisons agricoles (Tableau XXXIV).

Tableau XXXIV: Calendrier agricole en agriculture pluviale

	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Maïs												
Niébé												
Manioc												
Riz												
Patate douce												

Source : Travaux de terrain, septembre 2013

Légende :

Période de préparation du sol et semis

Période de croissance et d'entretien des cultures

Période de récolte

Janv= janvier ; Févr= février ; Avr= avril ; Juil= juillet ; Sept= septembre ; Oct=octobre ; Nov= novembre ; Déc= décembre

Le tableau XXXIV présente le calendrier agricole pour chaque spéculation au cours des deux saisons agricoles dans la Commune de Bonou. L'observation du tableau permet de constater que parmi les spéculations étudiées, seul le maïs, se cultive au cours des deux saisons agricoles. Le niébé, le riz, le manioc et la patate douce se font seulement une fois dans l'année et généralement au cours de la grande saison agricole du mois d'avril. Le principal facteur qui influence ce calendrier agricole est la succession des saisons pluvieuses et sèches. C'est dire donc que ce calendrier n'est pas fixe mais connait des modifications lorsque les pluies commencent trop tôt ou très tard.

4.6.2- Agriculture de décrue ou de contre-saison

La Commune de Bonou enregistre chaque année une crue annuelle qui constitue, en même temps, un facteur de panique pour les paysans ayant leurs espaces de cultures dans la plaine d'inondation et un facteur de fertilisation naturelle des sols de la plaine d'inondation. En effet, au cours des mois de juillet et août, le niveau de l'eau monte dans le lit du fleuve Ouémé qui traverse la Commune de Bonou. Les écoulements du fleuve Ouémé à Bonou reçoivent par défluence l'eau de la rivière Sô et sont renforcés par les apports d'eau de la partie nord du bassin de l'Ouémé (Donou, 2009). Cette montée des eaux du fleuve Ouémé crée la crue qui inonde et détruit les cultures encore présentes dans la plaine d'inondation pendant cette période-là. Mais cette crue annuelle apporte des éléments fertilisants aux sols de la plaine inondable (Lamouroux, 1972) qui du coup, attirent plus d'un paysan. Le retrait de cette eau de crue laisse place à une saison agricole dite de contre-saison ou agriculture de décrue. Cette agriculture de contre-saison démarre souvent vers la fin du mois d'octobre et s'étale jusque dans les mois de novembre et de janvier. (Tableau XXXV)

Tableau XXXV : Calendrier agricole en culture de décrue

	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Maïs												
Niébé												
Manioc												
Riz												
Patate douce												

Source : Travaux de terrain, septembre 2013

Légende :

Période de préparation du sol et semis

Période de croissance et d'entretien des cultures

Période de récolte

Janv= janvier ; Févr= février ; Avr= avril ; Juil= juillet ; Sept= septembre ; Oct=octobre ; Nov= novembre ; Déc= décembre

Le tableau XXXV présente le calendrier agricole de décrue pour chaque spéculation agricole dans la Commune de Bonou. De ce calendrier, on constate que toutes les spéculations qui font l'objet de cette étude et qui sont faites sur les terres de plateau sont aussi faites dans la dépression en culture de décrue. La culture de décrue est désignée sous le vocable « Wɔdji glé » en langue Wémè. Il s'agit d'une saison agricole spécifique aux paysans ayant des parcelles de cultures dans la plaine d'inondation du fleuve Ouémé. A la saison de décrue, 73 % des paysans sèment du maïs, du niébé, de la patate douce et/ou du manioc et 25 % font la production maraichère. Il faut noter que dans la Commune de Bonou, malgré la présence de la plaine d'inondation qui fait penser à la production du riz, seulement 2 % des paysans interrogés essayent la culture du riz mais ils y associent toujours d'autres spéculations agricoles.

Les travaux champêtres dans la dépression exigent un outil spécifique pour le défrichage des champs au moment où l'eau de crue commence par s'assécher. Cet outil spécifique est le coupe-coupe particulier appelé « Adjaba » (photo 6).



Photo 6 : Coupe-coupe « Adjaba »
***Prise de vue** : Hounkanrin B., octobre 2013*

La photo 6 montre un coupe-coupe « Adjaba » qui est prioritairement utilisé pour le défrichage des champs après le retrait de l'eau de la crue de la plaine d'inondation. C'est un

coupe-coupe conçu de sorte à permettre aux paysans de s'en servir pour défricher les champs encore inondés.

La comparaison des deux calendriers agricoles (en saison pluviale et pendant la décrue) ne montre aucune coïncidence entre les cultures de contre-saison et celles de la saison pluviale. Quand les paysans de la dépression entrent en activité, ceux du plateau sont relativement au repos. Cette alternance constitue un atout pour les premiers qui ont besoin de la main-d'œuvre pour les cultures de contre-saison. Dans la Commune de Bonou, les activités agricoles se font suivant plusieurs modes de faire-valoir des terres agricoles.

4.7- Modes de faire-valoir des terres agricoles dans la Commune de Bonou

On note dans la Commune de Bonou, six modes de faire-valoir des terres que sont la monoculture, l'association culturale, la rotation des cultures, les jachères, l'assolement et l'agroforesterie.

4.7.1. Monoculture

La pratique de monoculture dans la Commune de Bonou répond à des critères d'unités morphologiques et de saison agricole. C'est dire que la pratique de monoculture dépend de l'unité morphologique (dépression ou plateau) et de la saison agricole sur le plateau.

Sur les terres du plateau, la monoculture se fait au cours de la première saison agricole au mois d'avril. Elle concerne essentiellement les cultures du niébé, de la patate douce et accessoirement les cultures du maïs et de l'arachide (planche 2). Plusieurs raisons sous-tendent ces choix. La culture du niébé est faite généralement vers la fin du mois de mai quand on enregistre des pluies intermittentes à cause de son exigence particulière en eau (125 à 150 mm d'eau pendant le premier mois de sa croissance). Elle se retrouve alors en monoculture du fait de son exigence en eau. La patate douce est une plante rampante qui étouffe facilement toutes les autres espèces végétales qui se retrouvent sur le même espace qu'elle. Du coup, elle est pratiquée en monoculture. Le maïs tout comme l'arachide se retrouve aussi bien en monoculture qu'en association de cultures sur les terres de plateau.



Planche 2 : Champs de maïs et d'arachide en monoculture
Prise de vue : Hounkanrin B., mai 2014

Les photos de la planche 2 présentent un champ de maïs (à gauche) et un champ d'arachide (à droite) en monoculture sur les terres de plateau dans la Commune de Bonou.

Dans la dépression, la seule saison agricole et l'amenuisement des espaces de cultures contraignent les paysans à l'association des cultures pour tirer meilleur profit des terres et la monoculture seulement pour les cultures comme la patate douce et le riz du fait de leurs exigences particulières. La culture du riz est toujours pratiquée en monoculture en raison de ses exigences en techniques de production. A part ces cultures qui ont des exigences particulières, les autres cultures se font généralement en association avec d'autres cultures sur le même espace.

4.7.2- Association culturale

L'association des cultures est un système qui consiste à pratiquer différentes cultures sur une même parcelle. L'avantage de ce système est de maximiser et de diversifier la production. Ce système permet l'exploitation au maximum des terres (Wokou, 2009).

Sur les terres du plateau, plusieurs cultures sont mises en association et ce, selon les saisons agricoles. A l'unanimité, les exploitants agricoles interrogés pratiquent l'association culturale. Mais c'est suivant la saison agricole et le pouvoir foncier que les paysans font l'association des cultures. Pendant la première saison agricole en avril, le manioc est souvent associé au maïs ou à l'arachide. Mais il faut noter que le paysan qui cultive le manioc en avril dispose d'autres terres agricoles pour la deuxième saison du mois de septembre. En effet, le manioc est une culture qui fait au moins 7 mois au champ avant la récolte. Cela veut dire que le paysan qui fait du manioc sur une terre agricole en avril ne pourra plus disposer de cette terre pour la saison de septembre. Ce facteur fait que ce sont les producteurs moyens et les gros

producteurs qui s'adonnent à une association du manioc avec d'autres cultures au cours de la première saison agricole. Pour plus de 65 % des paysans, c'est au cours de la saison agricole de septembre que le manioc est associé à d'autres cultures. Mais en général, on rencontre les associations de manioc et maïs, de maïs et arachide et même du maïs, du manioc et de l'arachide (Planche 3). On rencontre également dans les champs de maïs, la culture du sésame appelé en langue locale « goussi ».



Planche 3 : Champs d'association de cultures à Agonhoui et à Allankpon
Prise de vue : Hounkanrin B., août 2013

La planche 3 présente deux photos de champs où les paysans ont fait de l'association des cultures. Les photos de la planche 3 montrent la présence du manioc en association avec l'arachide et le maïs d'une part et en association avec le maïs, d'autre part.

Sur les terres agricoles de la dépression « Wɔdji », la contrainte de la disponibilité de terres pour la seconde saison n'existe pas. Puisqu'il s'agit d'une seule saison agricole, les paysans pratiquent l'association des cultures en se fondant sur leur propre appréciation de la capacité de leur terre à recevoir les cultures installées. Le maïs est souvent associé avec les autres cultures comme sur les terres du plateau. Dans la dépression, le maïs est associé parfois aux cultures maraichères (photo 7). On peut déduire que dans la plupart des associations de cultures que ce soit en terres de plateau comme sur terres de la plaine, le maïs est presque toujours présent.



Photo 7: Association de cultures pendant la décrue à Asrossa
***Prise de vue* :** Hounkanrin B., février 2015

Sur la photo 7, on voit le maïs en association culturale avec le piment et la grande morelle. Il est aussi fréquent de voir le maïs et la tomate en association culturale. Cependant, au lieu que les cultures soient en association, les paysans s'adonnent aussi à la rotation des cultures.

4.7.3- Rotation des cultures

La rotation des cultures consiste à effectuer une succession des cultures sur une même parcelle d'une saison à l'autre ou d'une année à l'autre.

Dans la Commune de Bonou, ce système est pratiqué sur les terres du plateau et non sur les terres de la plaine d'inondation. Il s'agit donc d'une répartition des cultures dans le temps et suivant une logique de fertilisation des terres agricoles. La plupart des rotations de cultures visent la fertilisation des terres par les plantes cultivées à une saison agricole antérieure. Dans la Commune de Bonou, 75 % des paysans utilisent la rotation des cultures comme moyen pour augmenter la fertilité des terres agricoles. En effet, la culture de l'arachide comme celle du niébé sont faites à la première saison agricole qui démarre en avril. Après la récolte de l'arachide et du niébé, les plantes mortes de ces cultures servent à enrichir le sol pour la saison agricole qui démarre en septembre. Ce système cultural est utilisé par 75 % des producteurs. La rotation varie d'un producteur à l'autre selon les besoins spécifiques (Tableau XXXVI).

Tableau XXXVI : Principales rotations et leurs avantages

Années	Saisons	Cultures	Avantages
1ère année	Première saison	Maïs	-
	Deuxième saison	Maïs + manioc	-
2ème année	Première saison	Maïs	-
	Deuxième saison	Maïs + manioc	-
3ème année	Première saison	Maïs	-
	Deuxième saison	Maïs + manioc	-
4ème année	Première saison	Niébé	Fertilisation des terres
	Deuxième saison	Maïs + arachide	Fertilisation des terres
5ème année	Première saison	arachide	Fertilisation des terres
	Deuxième saison	Maïs + arachide	Fertilisation des terres

Source : enquête de terrain, 2013

Du tableau XXXVI, on retient que le niébé et l'arachide sont souvent utilisés pour contribuer à la fertilisation des terres agricoles dans un système de rotation. Ces cultures sont pratiquées par les paysans lorsqu'ils commencent par sentir la baisse des rendements dans leur champ. La jachère étant rare dans la Commune, le cycle de rotation reprend sans laisser la terre "se reposer".

4.7.4- Jachères

La mise en jachère des terres agricoles dans la Commune dépend de l'emplacement des parcelles de culture, c'est-à-dire de l'unité morphologique.

A l'unanimité, les paysans ayant leur champ dans la plaine d'inondation et ne faisant qu'une seule saison agricole par an, ne pratiquent pas la jachère. Ils font un système de culture permanente, fertilisants naturels des terres. La crue annuelle dans cette partie apporte chaque année des éléments fertilisants qui permettent de renouveler la fertilité des sols pour les cultures. Sur ces terres de dépression« Wɔdji », un constat amer : les terres agricoles sont tellement morcelées qu'il est difficile de trouver un paysan ayant un hectare de terre agricole dans ce milieu. Plus de 65 % des paysans ayant des champs dans cette dépression disposent terres agricoles de moins de 1ha. Dans la dépression, ces paysans cultivent le maïs, le manioc, la patate douce, le niébé et les cultures maraichères. La raison essentielle du morcèlement des parcelles est que les descendants des premiers occupants de la plaine inondable sont nombreux aujourd'hui à se partager le lopin de terre laissé par leur aïeul. Pour 10 % des ménages, les terres agricoles de cette partie continuent d'être dans l'indivision et c'est le chef de collectivité qui gère l'espace et fait en sorte que l'espace soit exploité par chacun des membres de la collectivité qui en manifeste le désir.

Sur les terres agricoles situées sur le plateau, la durée de la jachère dépend de la disponibilité en terres agricoles pour le paysan. Pour ceux qui ont une grande superficie, ils laissent les terres agricoles en jachère pendant 5 à 7 ans environ après les avoir exploitées pendant 10 années environ. Ceux n'ayant pas de grandes superficies agricoles pratiquent une jachère de 5 ans après une mise en culture d'environ 15 ans. Ces derniers plantent, à 35 %, des espèces végétales telles que le poids d'angole pendant le temps de jachère, pour vite reconstituer une fertilité au niveau du sol. On peut conclure que la durée moyenne de la jachère dans la Commune de Bonou est de 6 ans pour une mise en culture de 12 ans. Le coefficient de Ruthenberg calculé donne un résultat de 66,66 %, supérieur à 66, donc, il s'agit aussi d'un système de culture permanente avec une jachère de courte durée sur les terres agricoles du plateau. Par ailleurs, les terres agricoles de la dépression ne font l'objet d'aucune jachère dans la Commune de Bonou.

Sur la question de disponibilité en terres agricoles, les paysans de la Commune de Bonou connaissent d'année en année, une diminution de leurs superficies emblavées. Si en 1990, un seul paysan pouvait avoir jusqu'à 15 hectares et plus de terres agricoles, cette possibilité a diminué avec l'augmentation des actifs agricoles dans les familles. En effet, les parents se voient obligés de léguer une partie de leur espace agricole à leurs enfants qui se marient afin qu'ils puissent subvenir aux besoins de leur famille. De même, dans 85 % des familles, c'est la mort du parent qui entraine la division de ses terres cultivables par le nombre d'enfants mâles, le régime d'héritage étant patrilinéaire.

Le constat général est que les superficies agricoles se réduisent de plus en plus par actif agricole et une part importante des paysans (40 %) se retrouve, en moyenne, avec moins de trois hectares sur le plateau. A peine 15 %, les gros producteurs disposent de terres agricoles de plus de 10 hectares et ont pour objectif final de commercialiser les produits. Les producteurs moyens, (45 %), disposent de plus de 3 hectares de terres agricoles. Ces derniers produisent pour l'autosuffisance alimentaire et pour la vente d'une partie de leurs produits agricoles. Pour diversifier les produits agricoles sur une même superficie, le système d'assolement est utilisé par des producteurs.

4.7.5- Assolement

L'assolement consiste à répartir les cultures entre les parcelles d'une exploitation, d'une surface cultivée, à un moment donné. Dans la Commune de Bonou, les assolements se font par les producteurs qui ont un seul champ ou qui disposent d'un domaine vaste dans une

localité ou encore ceux dont les terrains sont contigus aux berges des cours d'eau. C'est un système qui permet aux producteurs d'obtenir une variété de cultures la même saison et d'éviter la compétition entre les cultures comme c'est le cas de l'association. Ce système est pratiqué par 25 % des producteurs interrogés. Mais il est fréquent de rencontrer des espèces ligneuses dans les champs.

4.7.6- Agroforesterie

La technologie d'agroforesterie traditionnelle consiste à protéger les espèces ligneuses poussant naturellement afin d'éviter leur destruction pendant les travaux champêtres et le pâturage et de favoriser leur croissance (Yabi, 2008). Elle a pour but de produire du bois de chauffe et d'œuvre et des sous-produits non ligneux, de promouvoir la reconstitution du couvert végétal, de protéger les terres contre l'érosion et de favoriser la fertilité des sols.
Dans la Commune de Bonou, sur le plateau comme dans la dépression, les paysans affirment à l'unanimité protéger des espèces ligneuses dans les champs pour plusieurs raisons : ces espèces ligneuses servent à lutter contre l'érosion des sols, donnent de l'ombrage pour le repos des paysans au cas où ces derniers n'auraient pas de lieu de repos…Ces espèces, lorsqu'elles deviennent grandes, sont abattu pour servir à fabriquer du charbon de bois. Sur le plateau, c'est à côté de ces espèces ligneuses que 15 % des paysans réalisent des buttes pour la culture de l'igname. Plusieurs techniques sont utilisées par les paysans suivant l'emplacement du champ.

4.8- Techniques culturales

Les paysans de la Commune de Bonou utilisent plusieurs techniques pour les activités agricoles selon qu'ils se retrouvent dans la plaine d'inondation ou sur le plateau. Les techniques dépendent aussi du type de culture envisagé par le paysan.

- **brûlis et écobuage**

Sur les terres du plateau, 90 % des paysans interrogés pratiquent l'écobuage dans la préparation du sol pour le semis. L'écobuage consiste, après le défrichement, à faire de petits tas auxquels on met le feu. C'est une technique qui permet de débarrasser le sol des déchets pouvant empêcher une bonne exploitation de la terre. Cependant, tous les débris ne sont pas systématiquement brûlés. Les paysans prennent une partie des débris végétaux à laquelle ils mettent feu, laissant le reste sur place pour en faire une source de fertilisation des sols. Même

sur les terres agricoles de « Wɔdji », cette pratique d'écobuage a cours. De plus en plus dans la Commune de Bonou, la technique de brûlis ne se pratique plus.

- **labour**

La préparation du sol comprend le désherbage, le ramassage des herbes et le labour. Pour ces activités, 95 % des paysans interrogés utilisent des outils rudimentaires comme le coupe-coupe, la houe et la daba pour la préparation des champs. Le labour consiste à apprêter le sol pour de nouveaux semis. Il permet de mieux remuer le sol pour une meilleure aération et une bonne pénétration de l'eau. Dans la Commune de Bonou, le labour se fait par la technique de billonnage (planche 4) ou à "plat".

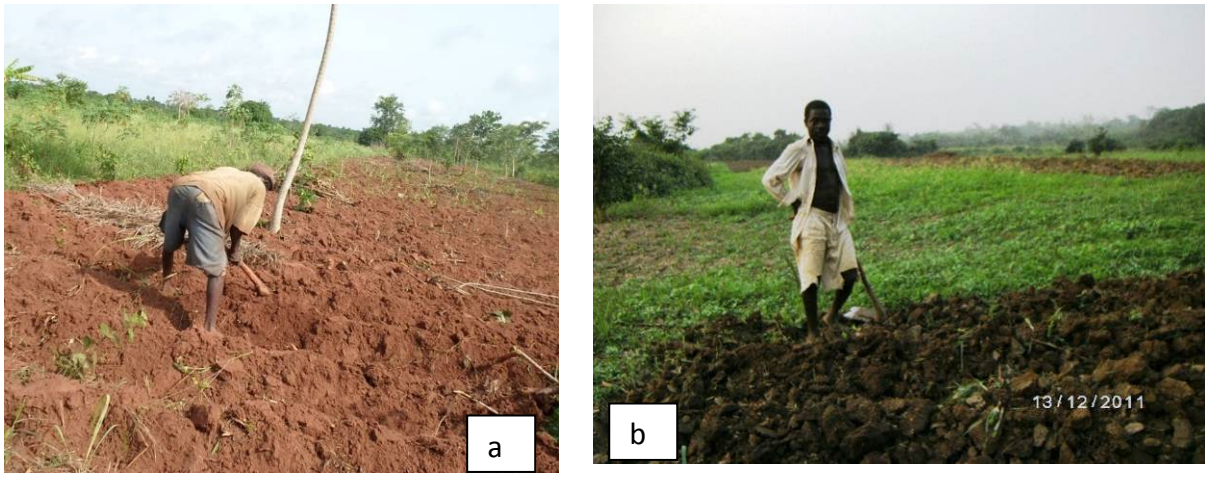

Planche 4 : Techniques de billonnage sur terres du plateau et dans la plaine
***Prise de vue** : Hounkanrin B., décembre 2011*

Sur les images de la planche 4, on observe les paysans en train de faire des billons pour le semis. Le paysan sur la photo a est sur une terre du plateau à Agbomahan tandis que celui de la photo b est sur une terre de la plaine d'inondation à Atchonsa. Le labour demande une force supplémentaire au paysan après le défrichage alors que dans le système de labour à plat, le semis est fait après le défrichage du terrain. Mais le labour à plat se fait sur des terres jugées fertiles par les paysans eux-mêmes alors que sur une terre moins fertile, ils y font le billon afin de permettre à l'eau de pénétrer le sol et également ramener les éléments nutritifs à la surface pour usage par la culture à installer. Dans la Commune de Bonou, le labour à plat se fait plus sur certaines terres de la plaine d'inondation et surtout compte tenu de la culture envisagée et sur le plateau, ce sont les terres laissées en jachères qui connaissent le labour à plat pour les premières saisons agricoles. Les paysans passent au labour par billonnage de ces terres quand ils constatent que le rendement commence à baisser. Dans la Commune de Bonou, quatre groupes de critères sont utilisés par les paysans pour déterminer le niveau de fertilité des terres : les mauvaises herbes présentes ; l'état biophysique du sol qui comprend la

macrofaune présente, la texture et la couleur du sol ; la productivité du travail, c'est-à-dire la production moyenne d'une journée de travail et le rendement par hectare, variable d'une culture à une autre pour une même terre.

Il y a des cultures pour lesquelles les paysans, à 100 %, ne font que le billon. Il s'agit de la patate douce, que ce soit sur terre de plateau ou sur terre de plaine d'inondation (photo 8), de l'arachide, du manioc, de l'igname…



Photo 8: Champ de patate douce sur billon dans la plaine d'inondation à Atchonsa
Prise de vue **:** Hounkanrin B, décembre 2011

La photo 8 présente un champ de patate douce sur billon situé à proximité du lit du fleuve Ouémé. Les billons qui servent pour la culture de la patate douce ont la particularité d'être plus gros que ceux qui servent pour les autres cultures. La raison est que la patate douce a besoin d'un sol meuble pour que le rendement soit meilleur à travers la grosseur des tubercules.

- **Semis**

La technique de semis dépend du type de labour. Sur les billons, 100 % des paysans font le semis manuel. Il s'agit pour le paysan d'utiliser son talon pour faire le poquet dans lequel il dépose la semence. Pour le semis sur le labour à plat, à 100 %, les paysans adoptent la technique de poquets qui se fait avec la houe et/ou avec un bois conçu spécialement pour le travail, l'espacement se faisant selon l'appréciation du cultivateur. Les cultures maraichères et le riz sont d'abord semés en pépinière avant la transplantation. A 100 %, les paysans

procèdent à un semis répété pour remplacer les cultures qui n'ont pas germé ou celles endommagées ou détruites par les animaux ravageurs.

Au niveau du Secteur Communal pour le Développement agricole (SCDA-Bonou), des semences améliorées existent pour le maïs et le riz. Il s'agit souvent des variétés à cycle court et à rendement élevé. Mais 20 % seulement des paysans achètent les semences améliorées. Pour les paysans qui en achètent, c'est surtout pour accroitre le rendement agricole si on sait que la saison agricole précédente n'a pas été bonne. 80 % de paysans déclarent que les semences améliorées rendent le paysan dépendant du SCDA puisqu'il faut s'en procurer au début de chaque saison agricole à un coût relativement élevé pour ces paysans. C'est pour cette raison qu'à plus 80 %, les paysans de la Commune de Bonou utilisent les variétés locales de semences pour le semis.

- **Sarclage**

Le sarclage fait partie des opérations d'entretien des exploitations agricoles. Il vise à débarrasser les champs des mauvaises herbes. Le nombre de sarclage de même que le temps pour procéder au sarclage dépendent de l'enherbement des champs.

Sur les terres du plateau, le sarclage se fait déjà à partir de la troisième semaine après le semis. Cela permet aux jeunes plants de profiter au maximum des substances du sol pour un développement optimum. Sur le plateau, les champs de manioc sont sarclés deux fois avant la récolte alors qu'un champ de maïs, du fait du cycle végétatif plus court, ne nécessite qu'un seul sarclage avant la récolte. Un champ de niébé nécessite, tout comme le champ de patate douce, un sarclage avant la récolte. Mais pour un champ de riz, les mauvaises herbes sont retirées dès qu'elles apparaissent jusqu'au moment où les plants de riz inhibent le développement de ces mauvaises herbes.

Dans la plaine d'inondation, l'enherbement est très rapide et contraint les paysans à plus d'un sarclage dans un champ de maïs si le paysan espère un bon rendement. Les opérations de sarclage se déroulent dans les mois de décembre ou de janvier, en fonction du moment de semis. Deux à trois sarclages sont effectués dans un champ de manioc par exemple selon l'enherbement du champ. Le sarclage est réalisé à l'aide de la houe.

- **Fertilisation minérale**

La fertilisation des terres agricoles se fait de plusieurs manières dans la Commune de Bonou. Elle est également fonction de l'unité morphologique sur laquelle se trouve l'exploitation agricole.

Sur les terres agricoles du plateau, à 80 %, les paysans de la Commune de Bonou n'utilisent pas d'engrais chimique pour la fertilisation des champs. Les techniques utilisées sont celles de la rotation des cultures et d'enfouissement des espèces défrichées dans les billons pour fertiliser le sol. Seulement 20 % des paysans achètent des engrais chimiques au niveau du SCDA-Bonou. L'engrais utilisé, quand il y en a, est l'urée et le NPK. L'apport s'effectue juste après le premier sarclage.

Dans la dépression, en plus des alluvions apportés par les crues annuelles, à l'unanimité, les paysans effectuent le défrichement des espaces à cultiver pendant que l'eau de la crue ne s'est pas totalement retirée des champs. En effet, les espèces végétales envahies par la crue sont défrichées par les paysans vers la fin du retrait de l'eau afin que ces dernières pourrissent sous l'effet de l'eau et constituent en même temps des éléments de fertilisation du sol après le retrait des eaux. Pour les paysans de la plaine d'inondation, pas question d'acheter d'engrais pour la fertilisation des terres. Chaque année, les crues apportent d'importantes quantités d'alluvions dans les champs.

Il faut noter que l'une des opérations d'entretien des cultures est l'utilisation des produits phytosanitaires pour le traitement des cultures. Dans la Commune de Bonou, les produits phytosanitaires ne sont utilisés que pour traiter les champs de niébé qui sont très souvent attaqués par des adventices.

- **Récolte**

La récolte se fait de façon manuelle dans la Commune de Bonou. La récolte du maïs, principale culture dans le milieu d'étude, intervient trois mois après le semis, généralement dans le mois de juillet pour les cultures de la première saison et en décembre pour les cultures de la seconde saison sur les terres du plateau. Le manioc peut se récolter cinq mois après le semis mais à 90 %, les paysans le récoltent 8 voire 9 mois après le semis, le temps que les tubercules grossissent plus.

Pour la culture de décrue, la récolte du maïs se fait dans le mois de février généralement puisque le semis se fait en novembre après le retrait des eaux de crue. Le manioc de cette zone

de culture se récolte dans le mois de juin ou juillet, juste avant l'installation de la crue annuelle. Lorsque le sol devient dur, la houe et le coupe-coupe sont utilisés pour déterrer le manioc et la houe pour la récolte de l'arachide. La récolte de l'arachide est une opération minutieuse qui est mieux en saison pluvieuse pour ne pas laisser des gousses d'arachide dans le sol. C'est pourquoi quand le sol n'est pas assez humide, la récolte de l'arachide se fait à la houe et sur une parcelle de 1ha, il va falloir 10 hommes pour la récolte en deux jours alors qu'en temps de pluies, ces mêmes hommes peuvent récolter 1ha en une journée.

4.9- Mécanisation de l'agriculture

La mécanisation de l'agriculture est devenue depuis peu, un enjeu majeur pour le gouvernement. C'est pour accompagner le processus de mécanisation agricole au Bénin que le gouvernement a mis des tracteurs à la disposition des paysans de chaque Commune au niveau des Secteurs Communaux pour le Développement Agricole (SCDA). La Commune de Bonou a reçu à cet effet en 2008 et en 2011, deux tracteurs pour les paysans de la Commune. Mais seulement un des deux tracteurs, celui de 2011, est fonctionnel. Ces tracteurs sont loués aux paysans qui le désirent contre une somme de 30.000 F Cfa à l'hectare. Un point des locations du tracteur fait en octobre 2014 permet de constater que le seul tracteur fonctionnel a été loué 11 fois seulement en quatre années pour des travaux champêtres sur les terres du plateau. Et ceux qui ont loué ce tracteur sont des gros exploitants agricoles ayant de vastes étendues de terres à mettre en valeur et qui n'ont pas la chance de trouver de la main-d'œuvre agricole. Pour les espaces inondables appelé « Wɔdji », les tracteurs actuellement disponibles ne sont pas adaptés aux types de sol en présence qui sont des sols lourds et hydromorphes.

A 85 %, les paysans estiment que les tracteurs mis à leur disposition par le SCDA-Bonou ne sont pas à leur portée. Ils ne connaissent même pas le coût de location d'un tracteur à l'hectare. De plus, ils estiment que le morcellement des parcelles cultivées ne permet pas de louer les services d'une machine agricole qui aura à se déplacer d'un endroit à un autre pour un même paysan. Cela ne facilite pas la tâche aux paysans n'ayant pas leurs champs en bloc à un endroit.

4.10- Savoirs paysans et gestion de la fertilité des terres

A 90 % dans la Commune de Bonou, les paysans installent des cultures sur les sols sur la base de leur appréciation personnelle de la fertilité du sol. C'est ainsi qu'on a des paysans qui cultivent la patate douce dans la plaine d'inondation afin de vendre la production en temps opportun alors que tous les sols hydromorphes ne sont pas aptes pour la culture de la patate

douce. En effet, après le retrait des eaux de la dépression, 80 % des paysans font la culture de la patate douce qui leur génère plus tard, des ressources financières pour subvenir aux besoins de leur famille. Il en est de même pour plusieurs autres cultures et cela est souvent fonction de la disponibilité de terres agricoles pour le paysan. Cela veut dire qu'en dehors de la fertilité du sol, il y a la logique de diversification de la production chez les paysans sur le peu d'espace dont ils sont propriétaires. Ils adoptent des cultures sur leur champ en fonction de leurs aspirations et cherchent alors des moyens pour obtenir un bon rendement. Or, l'évaluation des caractéristiques physico-chimiques des sols avec les exigences édaphiques des principales cultures permet aujourd'hui de savoir que tous les sols de la Commune ne sont pas aptes pour toutes les cultures. De même, 20 % des paysans achètent des engrais chimiques pour accroître le rendement de leur champ de maïs. Ces engrais achetés sont le NPK et l'urée. Or, tous les sols de la Commune n'ont pas de carence en azote (N) pour nécessiter qu'on en apporte aux sols. L'apport d'engrais sur un sol doit se faire en fonction de ses carences pour créer un réel équilibre.

En réalité, la mise en culture d'une terre par les paysans de la Commune de Bonou n'est pas basée sur les caractéristiques physico-chimiques des sols en rapport avec les cultures choisies mais plutôt sur les savoirs paysans sur la fertilité du sol. En effet, 80 % des paysans de la Commune de Bonou utilisent des critères qui peuvent être regroupés en quatre groupes pour déterminer le niveau de fertilité des terres. Il s'agit des mauvaises herbes présentes; de l'état biophysique du sol, qui comprend la texture et la couleur du sol; de la productivité du travail ou le temps de travail à l'hectare et du rendement par hectare, variable d'une culture à une autre pour une même terre.

Pour le premier critère qui concerne les mauvaises herbes présentes, la végétation spontanée qui pousse sur le sol est le premier critère utilisé par les paysans. En effet, lorsqu'un paysan cherche une parcelle à cultiver, il est d'abord en contact avec la végétation qui s'y trouve qui lui permet d'avoir une première idée sur la qualité de la terre. A plus de 80 %, les agriculteurs font la distinction entre les plantes qui poussent sur des sols moins fertiles et celles qui se développent de manière préférentielle sur des sols plus fertiles. La présence de l'espèce *Chromolena odorata* par exemple sur un sol est pour les paysans, la preuve de la fertilité de ce sol. Cette expérience a été acquise par les agriculteurs dans la succession culture-jachère. Ils distinguent désormais des plantes qui indiquent qu'il est temps de laisser la terre en jachère, et dans les jachères ils reconnaissent les espèces qui annoncent que l'on peut reprendre les cultures.

Pour le deuxième critère relatif à l'état biophysique du sol (la texture et la couleur du sol), chez 95 % des paysans de la Commune de Bonou, un sol de couleur noire, avec une texture collante et une présence des vers de terre est très fertiles pour les cultures. La limite ici est qu'ils ne peuvent exactement dire à quelles cultures le sol est apte. Pour ces paysans, les sols de couleur rouge a perdu sa fertilité et n'est bon que pour le niébé ou l'arachide pour accroître sa fertilité. Selon la logique paysanne dans la Commune de Bonou, un sol riche ou fertile est forcément d'une couleur autre que rouge et doit permettre le développement rapide des mauvaises herbes.

Le troisième critère relatif à la productivité du travail prend plus en compte le temps de travail à l'hectare sur les sols. En effet, un sol lourd et difficile à travailler est à priori plus fertile qu'un sol qui présente moins d'effort de travail. La comparaison faite par les paysans de la Commune de Bonou se base sur le temps de travail sur les sols de la dépression plus long que le temps mis pour le même travail sur les sols du plateau.

Le rendement est le quatrième critère utilisé par les paysans pour déterminer le niveau de fertilité des terres de leurs parcelles. Le rendement d'une terre est la production par unité de surface, donc exprimé en kg/ha, ou en F CFA/ha. Ce critère est le plus maîtrisé de tous les paysans de la Commune pour déterminer la fertilité d'un sol par rapport à un autre. C'est d'ailleurs la baisse des rendements sur un sol qui amène l'agriculteur à prendre des mesures pour accroitre la fertilité de son sol.

En somme, c'est plus sur ces critères que les agriculteurs de la Commune de Bonou se basent pour les opérations de mise en valeur agricole de leur terre plutôt que de se baser sur les caractéristiques physico-chimiques des sols en rapport avec les exigences édaphiques des cultures pratiquées. Ce dernier paramètre à prendre en compte pour la mise en valeur des terres est diversement compris des acteurs du secteur agricole de la Commune.

4.11- Acteurs du secteur agricole dans la Commune de Bonou

En plus des paysans pris individuellement, plusieurs acteurs interviennent aussi dans le développement de l'agriculture dans la Commune de Bonou. Il s'agit notamment du Secteur Communal pour le Développement Agricole (SCDA-Bonou) et des projets/programmes en intervention dans la Commune. Les acteurs institutionnalisés du développement du secteur agricole de la commune sont:

- les projets et programmes ;
- les Organisations Non Gouvernementales (ONG) ;

- les Organisations Professionnelles Agricoles (OPA).

4.11.1- Projets et programmes du MAEP

Plusieurs projets et programmes sont en cours dans la Commune de Bonou pour la mise en valeur agricole des terres.

- **Programme d'Appui au Développement des Filières Agricoles (PADFA)**

Sous tutelle du Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP) et financé par le budget national, le PADFA vise la diversification de l'activité agricole à travers l'appui à l'émergence des filières agricoles. Il a démarré en 2005 dans la Commune en mettant au premier plan, la promotion des filières agricoles. Les activités menées concernent la formation des paysans.

- **Programme d'Urgence d'Appui à la Sécurité Alimentaire (PUASA)**

Le Bénin a mis en place le Programme d'Urgence d'Appui à la Sécurité Alimentaire (PUASA) pour combattre sur le plan national l'insécurité alimentaire en vue de faire face au spectre de la crise alimentaire de 2008. La mise en œuvre dudit programme s'est traduite à travers l'accompagnement des producteurs en ce qui concerne le curage des canaux dans la plaine inondable, la fourniture de semences, d'engrais et de crédits en vue d'une production additionnelle importante. Ce programme a démarré en 2008 dans la Commune de Bonou.

- **Programme de Diversification Agricole par la Valorisation des Vallées (PDAVV)**

Le Programme de Diversification Agricole par la Valorisation des Vallées a pour objectif de contribuer à la mise en place de conditions nécessaires à une croissance économique durable et à la réduction de la pauvreté dans les zones inondables de la basse vallée du fleuve Ouémé. Ce programme a octroyé des crédits à 45 agriculteurs.

- **Programme de Promotion de la Mécanisation Agricole (PPMA)**

Le PPMA initié en 2008 a pour objectif de réduire la pénibilité du travail au niveau des opérations de production et de transformation à travers la mise en place d'engins agricoles (tracteurs, motoculteurs, décortiqueuses de riz, etc.), la construction des centres de machinisme agricole, la formation des utilisateurs des équipements agricoles, etc. Il a mis en place 2 tracteurs dans la Commune de Bonou pour servir les producteurs de la vallée de l'Ouémé. Il est arrivé à terme en 2013.

- **Projet d'Appui aux Infrastructures Agricoles dans la Vallée de l'Ouémé (PAIA-VO)**

Lancé en novembre 2014, le Projet d'appui aux infrastructures agricoles dans la vallée de l'Ouémé (PAIA-VO) vise à contribuer d'une part à la sécurité alimentaire et d'autre part à une croissance forte et inclusive. Il se propose de favoriser l'accroissement durable de la productivité et des productions agricoles par la promotion des filières porteuses, en l'occurrence le riz, le maïs et les maraîchers.

Au total, pour l'ensemble des projets et programmes mis en place jusqu'en 2013, 55 % des producteurs estiment qu'à part la formation assurée par tous les projets sur les innovations technologiques dans le domaine agricole, qu'ils qualifient de théoriques, ces projets n'ont rien apporté de concret dans la mise en valeur des terres dans la Commune de Bonou.

4.11.2 - Organisations Non Gouvernementales (ONG)

Les organisations non gouvernementales locales et étrangères (telles que BØRNE Fonden, CARE Bénin, CARITAS, GARDIEN etc.) œuvrent dans la Commune de Bonou pour l'amélioration des conditions de vie des paysans à travers :

- l'octroi des crédits;
- le renforcement des capacités de mobilisation de l'épargne;
- la formation technique;
- la protection de l'environnement.

4.11.3. Organisations Professionnelles Agricoles (OPA)

Les organisations professionnelles agricoles qui existent dans la Commune sont:

- l'Union Communale des Producteurs de Palmier à Huile (UCPPH) ;
- Unions Communales des Producteurs (UCP) ;
- Unions Communales des Groupements des Femmes (UCGF) ;
- Caisse Rurale d'Epargne et de Prêt (CREP) ;
- Coopératives d'Aménagement Rural (CAR).

4.12- Actions de valorisation de la vallée dans la commune de Bonou

On retiendra essentiellement au titre des actions préliminaires d'aménagement des vallées du Bénin, les aménagements hydro-agricoles réalisés au milieu des années 70 avec l'appui de la République populaire de Chine. Après ces actions de l'époque révolutionnaire qui ont connu

un résultat mitigé, la relance de la production agricole par la valorisation de la vallée s'est poursuivie à travers de nouveaux projets et programmes. Certains de ces projets de valorisation des vallées ont pris en compte les producteurs de la Commune de Bonou (tableau XXXVII).

Tableau XXXVII: Projets et programmes récents de valorisation de la vallée à Bonou

Projets	Actions projetées
Programme d'insertion des jeunes dans l'agriculture (2009)	▪ recensement des jeunes volontaires ▪ facilitation de l'accès des jeunes aux terres agricoles ▪ mise à disposition des jeunes de tracteurs et de crédits agricoles
Programme d'urgence d'appui à la sécurité alimentaire, PUASA (2008)	▪ aménagements, conseils et formations en agriculture ▪ fourniture de semences ▪ acquisition d'équipements de production et de transformation ▪ mise en place d'un fonds de roulement, provision pour achat par l'Office national pour la sécurité alimentaire (ONASA) des stocks tampons de produits ▪ augmentation de la production nationale de maïs et de riz
Le Programme d'Appui au Développement des Filières Agricoles, PADFA (2005)	▪ formations des paysans ▪ diversification agricole ▪ appui à la culture du riz
Le Programme de Diversification Agricole par la Valorisation des Vallées (PDAVV)	▪ conseils et formations ▪ octroi de crédit agricole à 42 paysans de la Commune de Bonou
Le Programme de Promotion de la Mécanisation Agricole (PPMA) (2008)	▪ mise en place de tracteurs ▪ mise en place de motoculteurs ▪ construction du centre de machinisme agricole ▪ formation à l'utilisation des machines

Source : Travaux de terrain, novembre 2012

Le tableau XXXVII met en évidence quelques projets phares qui ont été initiés dans la Commune de Bonou pour la mise en valeur de la vallée. La plupart de ces projets mettent un accent particulier sur la culture du riz qui, pour 90 % des paysans interrogés, ne constitue pas une priorité. De même, tous les projets n'intègrent pas l'appui financier aux paysans de même que le circuit de commercialisation de la production. De ce fait, le PUASA ayant pris en compte ces deux aspects, a été apprécié par 80 % des paysans bénéficiaires qui y ont adhéré. Mais la durée de vie de ce projet est éphémère. Un constat amer est qu'il y a un manque de synergie d'action entre les différents projets et programmes.

En dehors de ces projets et programmes, l'Etat apporte, à travers le SCDA-Bonou, des appui-conseils aux paysans devant certaines situations. Face aux maladies qui attaquent les cultures dans la vallée par exemple, le gouvernement a proposé, à travers le SCDA-Bonou, des

semences améliorées de maïs et de patate douce qui résisteraient mieux à toutes sortes d'attaques d'origine bactérienne ou non. Mais les investigations menées sur le terrain et les chiffres de la production agricole disponible au niveau du SCDA-Bonou montrent que les paysans ont adopté les semences locales du fait que leur rendement est meilleur au rendement des semences améliorées. Selon les chiffres du SCDA-Bonou pour la campagne agricole 2010-2011, pendant que la production totale du maïs local était de 5337,27 T, celle du maïs amélioré était de 138,06 T.

Pour l'ensemble des chiffres sur la production du maïs dans la Commune depuis 1998, c'est toujours le grand écart entre la production du maïs local et celle du maïs amélioré. 85 % des paysans enquêtés préfèrent les semences locales aux semences améliorées puisque la semence locale ne nécessite aucun traitement phytosanitaire et donne quand même un bon rendement, ce qui n'est pas le cas pour la semence améliorée. La semence améliorée, non seulement est à acheter pour le semis, mais aussi nécessite des traitements phytosanitaires pour un meilleur rendement. Pour 70 % des paysans, il vaut mieux réduire les coûts de production du moment où il n'y a aucune assurance pour l'écoulement à bon prix de la récolte. Toutes les actions à travers les projets et programmes semblent ne pas combler totalement les attentes des paysans.

Conclusion partielle

Les nombreuses potentialités agricoles de la Commune de Bonou sont exploitées de diverses manières par les paysans de la localité. Les différentes formes d'exploitation engendrent deux ensembles de paysages agraires: on observe des espaces aménagés que sont les champs et les plantations et des espaces non aménagés que sont les marécages. Les modes d'exploitation des terres agricoles varient selon qu'on soit sur le plateau ou dans la plaine d'inondation. Sur la question de disponibilité en terres agricoles, les producteurs de la Commune de Bonou connaissent d'année en année, une diminution de leurs superficies emblavées. La pression anthropique sur les terres agricoles devient de plus en plus forte. La durée moyenne de la jachère dans la Commune de Bonou est de 6 ans pour une mise en culture de 12 ans. Le coefficient de Ruthenberg calculé donne un résultat de 66,66 %, supérieur à 66, donc, il s'agit d'un système de culture permanente avec une jachère de courte durée.

Plusieurs projets et programmes ont été initiés par le gouvernement pour accompagner les efforts des producteurs dans les aménagements hydro-agricoles dans la dépression mais ces projets et programmes ont souffert de manque de synergie d'action pour des résultats probants. Chaque producteur de la dépression s'adonne alors à des aménagements sommaires afin de pouvoir continuer à exploiter les terres agricoles de la dépression. La conséquence est qu'on enregistre encore des soldes vivriers négatifs, une source d'insécurité alimentaire dans la Commune de Bonou.

Troisième partie

CONTRAINTES LIEES AUX ACTIVITES AGRICOLES, MESURES D'ADAPTATION ET PERSPECTIVES

CHAPITRE V
CONTRAINTES A LA MISE EN VALEUR AGRICOLE DES TERRES DANS LA COMMUNE DE BONOU

Le chapitre V aborde les diverses contraintes qui sont liées à la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la commune de Bonou. Ces contraintes étant de plusieurs ordres, le présent travail expose les contraintes biophysiques (climatiques, pédologiques et biotiques), les contraintes socio-économiques et les contraintes institutionnelles.

5-1- Contraintes biophysiques à la mise en valeur agricole de la vallée

Les contraintes biophysiques (naturelles) à la mise en valeur agricole de la vallée dans la Commune de Bonou sont diverses et variées. On note essentiellement celles liées au climat et à l'eau, celles liées à la nature du sol et celles biotiques.

5-1-1. Variabilité climatique et ses incidences sur les cultures

Il est question d'étudier la variabilité des principaux paramètres climatiques qui influencent la production agricole. Mais pour mieux évaluer les contraintes climatiques au développement des cultures, il est important de savoir les exigences climatiques des cultures choisies.

5.1.1.1. Exigences climatiques des cultures choisies

Les cinq cultures choisies n'ont pas les mêmes exigences climatiques. De ce fait, il est dressé les exigences climatiques de chacune des cultures choisies. Ceci se fait à travers la confrontation des exigences climatiques et celles édaphiques des cultures avec les réalités du milieu au plan climatique.

- **Exigences climatiques du maïs**

Le maïs est une culture saisonnière exigeante. Les caractéristiques climatiques nécessaires pour sa croissance et un rendement optimal sont regroupées dans le tableau XXXVIII. Ces caractéristiques climatiques sont applicables aux variétés de maïs DMR-ESR-W-TZB et SR.

Tableau XXXVIII : Exigences climatique du maïs

Caractéristiques climatiques	Classes degré de limitation, marges d'indice						
	S 1		S 2	S 3	V 1		V 2
	0	1	2	3	4		
	100	95	85	60	40	25	0
Précipitation (mm) du cycle de croissance	750-900 750-600	900-1200 600-500	1200-1600 500-400	> 1600 400-300	- -	- < 300	
Précipitation (mm) du 1er mois	175-220 175-125	220-295 125-100	295-400 100-75	400-475 75-60	- -	> 475 < 60	
Précipitation (mm) de 2ème mois	200-235 200-175	235-310 175-150	310-400 150-120	400-475 120-70	- -	> 475 < 70	
Précipitation (mm) du 3ème mois	200-235 200-175	235-310 175-150	310-400 150-120	400-475 120-70	- -	> 475 < 70	
Précipitation (mm) du 4ème mois	165-210 165-125	210-285 125-100	285-400 100-80	400-475 60-80	- -	> 475 < 60	
Température moyenne (°C) du cycle de croissance	24-22 24-26	22-18 26-32	18-16 32-35	16-14 35-40	- -	< 14 > 40	
Température moyenne minimale (°C) de croissance	17-16 17-18	16-12 18-24	12-9 24-28	9-7 28-30	- -	< 7 > 30	
Humidité relative (%) de la période de végétation active	65-50 65-80	50-42 > 80	42-36 -	36-30 -	- -	< 30 -	
Humidité relative de maturité (%)	40-30 40-50	30-24 50-75	24-20 75-90	< 20 > 90	- -	- -	

Source : LSSEE, 1993 S 1 = Apte ; S 2 = Modérément apte ; S 3 = marginalement apte ; V 1 = Actuellement inapte ; V 2 = Inapte

Du tableau XXXVIII, on note que le développement optimal du maïs exige une précipitation comprise entre 750 à 1200 mm, avec une période de végétation active de 90 à 130 jours. La température moyenne favorable à la croissance est comprise entre, une température moyenne de 22 à 26 °C, celle maximale de 34 à 36 °C et celle minimale de 16 à 18 °C. L'hygrométrie ou l'humidité relative qu'exige le maïs au cours de la période de végétation active varie entre 50 et 80 %.

Les conditions climatiques deviennent contraignantes pour la culture du maïs lorsque les valeurs de ces différents paramètres ne sont pas comprises dans ces intervalles.

- **Exigences climatiques du niébé**

Le niébé est une culture saisonnière peu exigeante envers le climat. Les caractéristiques climatiques nécessaires pour une croissance et un rendement optimal du niébé sont regroupées dans le tableau XXXIX. Ces caractéristiques sont appliquées aux variétés du niébé IT81D-1137 et TVX-1850-01-F, qui sont les plus cultivées dans la Commune de Bonou.

Tableau XXXIX: Exigences climatique du niébé

Caractéristiques climatiques	**Classes degré de limitation, marges d'indice**						
	S 1		**S 2**	**S 3**	**V 1**		**V 2**
	0	1	2	3	4		
	100	95	85	60	40	25	0
Précipitation (mm) du cycle de croissance	500-550 500-400	550-900 400-300	900-1300 300-250	> 1300 250-200	-	- < 200	
Précipitation moyenne (mm) du ^{1er} mois	100-75 100-150	75-50 150-255	50-25 255-400	- > 400	- -	< 25 -	
Précipitation moyenne (mm) du 2ème mois	150-125 150-175	125-100 175-255	100-75 255-400	75-50 > 400	- -	< 50 -	
Précipitation moyenne (mm) du 3ème mois	150-125 150-175	125-100 175-255	100-75 400-255	75-50 > 400	- -	< 50 -	
Précipitation moyenne (mm) du 4ème mois	< 75	75-135	> 135	-	-	-	
Température moyenne (°C) du cycle de croissance	24-26 24-22	26-30 22-20	30-32 20-18	32-35 18-16	- -	> 35 < 15	
Température moyenne (°C) à la germination (^{1er} mois)	22-25 22-18	25-30 18-17	30-32 17-16	32-35 16-15	- -	> 35 < 15	
Température moyenne minimale (°C) du mois le plus froid	> 18	18-16	16-13	13-7	-	< 7	
Humidité relative à la moisson (%)	< 60	60-80	80-90	> 9 0	-	-	

Source : LSSEE, 1993 S 1 = Apte ; S 2 = Modérément apte ; S 3 = marginalement apte ;
V 1 = Actuellement inapte ; V 2 = Inapte

Il ressort du tableau XXXIX que le développement optimal du niébé exige une précipitation comprise entre 400 à 550 mm, une période de végétation active de 65 à 80 jours, une température moyenne de 22 à 26 °C, une température minimale de 16 à 18 °C et une humidité relative de 0 à 60 %. Lorsque ces conditions ne sont pas réunies, le climat devient défavorable à la culture du niébé.

- **Exigences climatiques du riz**

Les conditions optimales pour un bon rendement de la culture du riz sont consignées dans le tableau XL.

Tableau XL : Exigences climatiques du riz

Caractéristiques climatiques	**Classes degré de limitation, marges d'indice**					
	S 1		**S 2**	**S 3**	**V 1**	**V 2**
	0	1	2	3	4	
	100	95	85	60	40 25	0
Précipitation (mm) du 1er mois	300-200 300-400	200-175 400-500	175-125 500-650	125-100 650-750	- -	<100 >750
Précipitation (mm) de 2ème mois	300-200 300-400	200-175 400-500	175-125 500-650	125-100 650-750	- -	<100 >750
Précipitation (mm) du 3ème mois	300-200 300-400	200-175 400-500	175-125 500-650	125-100 650-750	- -	<100 > 750
Précipitation (mm) du 4ème mois	150-200 150-70	200-175 70-50	175-125 50-30	500-600 < 30	- -	> 600 -
Température moyenne (°C) du cycle de croissance	31-30 31-32	30-24 32-36	24-18 > 36	18-10 -	- -	<18 -
Température maximale (°C)	35-36 35-33	36-40 33-30	40-45 30-26	45-50 26-21	- -	>50 < 21
Température moyenne pour le 2ème mois (°C)	29-26 29-32	26-24 32-36	24-18 36-42	18-10 42-45	- -	<10 >45
Température moyenne minimale du stade de maturité 4ème mois (°C)	20-18 20-22	18-14 22-25	14-10 25-28	10-7 28-30	- -	 > 7 >30
Humidité relative (%) de la période de végétation active	65-60 65-75	60-50 75-90	50-40 90-100	30-40 -	- -	< 30 -
Humidité relative de maturité (%)	50-37 50-65	37-33 65-80	33-30 >80	< 30 -	- -	- -

Source : LSSEE, 1993 S 1 = Apte ; S 2 = Modérément apte ; S 3 = marginalement apte ; V 1 = Actuellement inapte ; V 2 = Inapte

Du tableau XL, on note que le développement optimal du riz exige une précipitation comprise entre 200 et 400 mm pour les trois premiers mois après le semis, une période de végétation active de 90 à 150 jours, une température moyenne de 30 à 31°C, une température minimale de 18 à 22 °C et une humidité relative de 37 à 65 %. Les conditions climatiques deviennent contraignantes pour la culture du riz lorsque les valeurs de ces différents paramètres climatiques ne sont pas comprises dans ces intervalles.

- **Exigences climatiques du manioc**

Le développement optimal du manioc exige des conditions climatiques dont le résumé est fait dans le tableau XLI.

Tableau XLI: Exigences climatiques du manioc

Caractéristiques climatiques	**Classes degré de limitation, marges d'indice**					
	S 1		**S 2**	**S 3**	**V 1**	**V 2**
	0	1	2	3	4	
	100	95 85	60	40	25	0
Précipitation (mm) annuelle	1600-1400 1600-1800	1400-1000 1800-2400	1000-600 > 2400	6500-500 -	- -	<500 -
Température moyenne annuelle (°C)	23-20 23-26	20-18 26-30	18-16 >30	16-12	- -	< 12
Température moyenne minimale pour le cycle de croissance (°C)	17-16 17-18	16-12 18-24	12-9 >24	9-7 -	- -	< 7 -

Source : LSSEE, 1993 S 1 = Apte ; S 2 = Modérément apte ; S 3 = marginalement apte ; V 1 = Actuellement inapte ; V 2 = Inapte

On constate à la lecture du tableau XLI que pour un développement optimal de la culture du manioc, il faut une précipitation de 1400 à 1800 mm par an, une température comprise entre 12 et 35 °C. Le manioc peut survivre à une sécheresse prolongée durant la phase de croissance mais pas à la plantation.

- **Exigences climatiques de la patate douce**

Le développement optimal de la patate douce exige des conditions climatiques dont le résumé est fait dans le tableau XLII.

Tableau XLII : Exigences climatiques de la patate douce

Caractéristiques climatiques	Classes degré de limitation, marges d'indice					
	S 1		S 2	S 3	V 1	V 2
	0	1	2	3	4	
	100	95 85	60	40	25	0
Précipitation (mm) annuelle	950-750 950-1150	750-650 1150-1500	650-500 1500-1700	500-400 > 1700	-	<400 -
Nombre de mois secs pendant le cycle de croissance	0	-	1	2	-	>2
Température moyenne du cycle de croissance (°C)	25-26 25-24	26-32 24-22	32-35 22-20	35-40 20-16	- -	>40 <16
Température moyenne minimale du cycle de croissance (°C)	17-16 17-18	16-12 18-24	12-9 24-28	9-7 28-30	- -	<7 >30
Humidité relative (%)	<60	60-75	75-85	>85	-	-

Source : LSSEE, 1993 S 1 = Apte ; S 2 = Modérément apte ; S 3 = marginalement apte ; V 1 = Actuellement inapte ; V 2 = Inapte

Des données du tableau XLII, on peut dire que la patate douce, pour son développement optimal, a besoin de 400 à 1500 mm d'eau par an et qu'il n'y ait pas de mois sec pendant le cycle de développement. Pendant la phase de croissance, la patate douce a besoin d'une température moyenne comprise entre 16 et 40 °C et une humidité relative entre 60 et 85 %.

Une fois les exigences climatiques des cultures connues, il est important d'examiner les contraintes pluviométriques de ces cultures.

5.1.1.2- Contraintes pluviométriques et incidences sur les cultures

La Commune de Bonou connaît comme l'ensemble du sud-Bénin, un climat subéquatorial caractérisé par l'alternance de deux saisons sèches et de deux saisons pluvieuses de durées inégales. Mais, il s'agit d'un climat caractérisé par de fortes irrégularités saisonnières et interannuelles des pluies. Cette irrégularité est une contrainte pour le paysan qui fait toutes ses activités agricoles suivant les saisons déjà connues. De plus, on enregistre dans ce milieu, des années pluvieuses, des années sèches et des années moyennes. Les indices pluviométriques ont été déterminés et traduits par la figure 25.

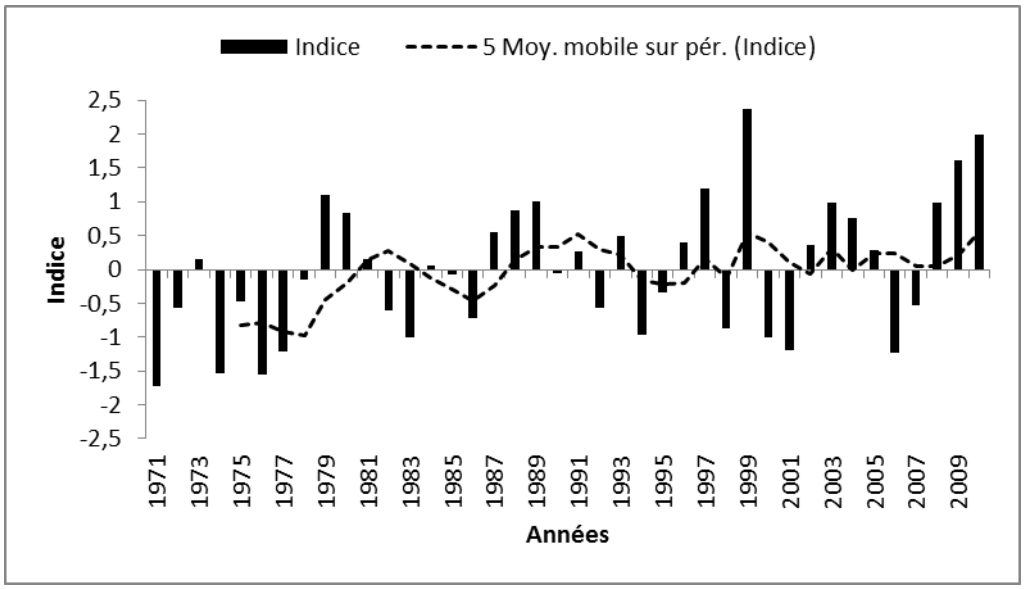

Figure 25 : Indices pluviométriques de la Commune de Bonou
Source des données : ASECNA, 2011

La figure 25 présente les indices pluviométriques de la Commune de Bonou. Selon l'indice de Lamb (1983), les seuils retenus sont (0,5) et (-0,5). De ce fait, toutes les valeurs au-dessus de 0,5 indiquent les années excédentaires, les valeurs inférieures à (-0,5) indiquent les années déficitaires et les valeurs comprises entre (-0,5) et (0,5) indiquent les années moyennes. Le nombre d'années excédentaires, déficitaires et moyennes est réparti dans le Tableau XLIII.

Tableau XLIII: Indices pluviométriques de la Commune de Bonou

Années excédentaires	Années moyennes	Années déficitaires
1979, 1980, 1987, 1988, 1989, 1997, 1999, 2003, 2004,2008, 2009, 2010	1973, 1975, 1978, 1981, 1984, 1985, 1990, 1991, 1993, 1995, 1996, 2002, 2005	1971, 1972, 1974, 1976, 1977, 1982, 1983, 1986, 1992, 1994, 1998, 2000, 2001, 2006, 2007
30 %	32,5 %	37,5 %

Du tableau XLIII, on constate que sur la série 1971-2010, on a enregistré 30 % d'années excédentaires, 32,5 % d'années normales et 37,5 % d'années déficitaires. Les années excédentaires et déficitaires (67,5 %) constituent des contraintes majeures pour l'agriculture. Pour mieux apprécier les incidences des totaux pluviométriques sur les cultures, le besoin en eau des cultures dans le milieu d'étude a été déterminé.

- **Bilan climatique de la Commune de Bonou**

Le bilan climatique met en exergue les variations temporelles dans la durée des périodes d'humidité. Ce bilan a été fait au pas de temps décadaire aussi bien pour les données pluviométriques que pour les données d'ETP et ce, sur la période 1971-2010 (figure 26).

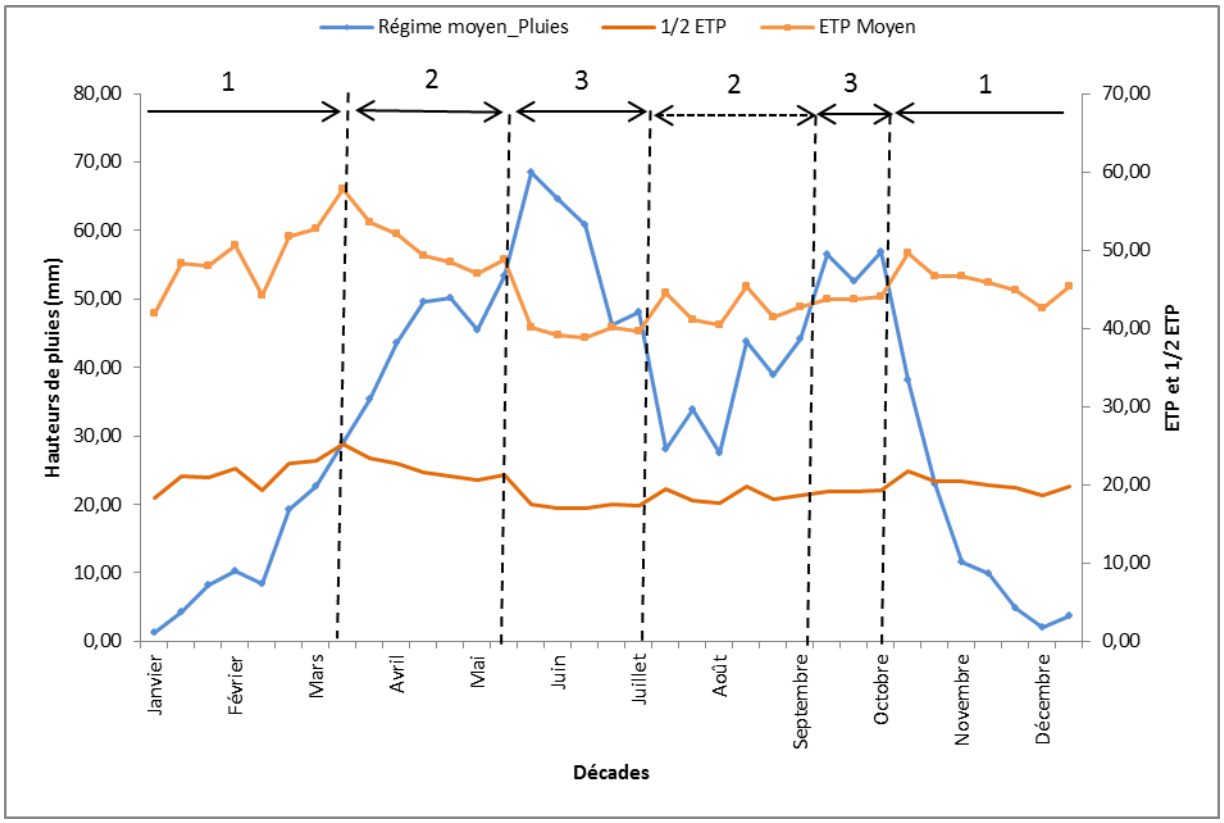

Figure 26 : Diagramme ombro-thermique à Bonou de 1971 à 2010
Source des données : ASECNA, 2010
Légende : 1= période sèche ; 2= période pré-humide ; 3= période humide

La figure 26 met en exergue les courbes des précipitations, de l'ETP et ½ ETP. Le comportement de la courbe des précipitations avec celles de ETP et ½ ETP détermine les périodes sèches, les périodes pré-humides et les périodes humides. Ainsi, on distingue sur cette figure :

- une période sèche (PS) qui va de la deuxième décade du mois de novembre jusqu'à la deuxième décade du mois de mars. C'est cette période qui contraint tous les paysans ayant leurs champs sur le plateau au repos. La contrainte ici réside dans le fait qu'après la récolte de décembre, les paysans sont contraints à trois mois de repos imposés par la sécheresse sur les terres du plateau. Par contre, c'est pendant ce temps que les paysans ayant des champs dans la plaine d'inondation « Wɔdji » pratiquent la culture de contre-saison.
- deux périodes pré humides (PPH) : la première va de la troisième décade du mois de mars à la deuxième décade du mois de mai pour la grande saison pluvieuse et la seconde qui va de la première décade du mois de juillet à la première décade du mois de septembre pour la petite saison pluvieuse. C'est la période de semis. Mais la

mauvaise répartition des pluies pendant ces périodes crée un bouleversement du calendrier agricole connu des paysans.

- deux périodes humides (PH) : la première qui va de la troisième décade du mois de mai jusqu'à la fin du mois de juin pour la grande saison pluvieuse et la seconde qui va de la deuxième décade du mois de septembre à la première décade du mois d'octobre.

Il s'agit, dans l'ensemble, d'un bilan moyen qui ne prend pas en compte les années déficitaires et excédentaires. L'excès ou le déficit de pluies pendant le cycle de développement des cultures affecte négativement les rendements. C'est ainsi qu'il y a des années à très bons rendements, des années à rendements moyens et des années à mauvais rendements.

- **Types de rendement en fonction de la saison des pluies**

Dans le but d'apprécier les types de rendements par saison agricole, les indices des rendements et des pluies ont été déterminés sur la période 1998 à 2011, en tenant compte des statistiques agricoles disponibles au niveau du SCDA-Bonou. Ces indices agricoles ont été calculés pour les principales cultures choisies dans le cadre de cette étude. De façon générale, les différentes cultures ont réagi chacune à sa manière à la variabilité pluviométrique. Mais il faut noter ici que la production du riz dans la Commune étant très faible, il n'existe pas de chiffres officiels sur le rendement du riz, ce qui n'a pas permis de calculer ces indices pour le riz. Les indices sont déterminés pour le manioc, le maïs, la patate douce et le niébé. Les résultats sont traduits dans la figure 27.

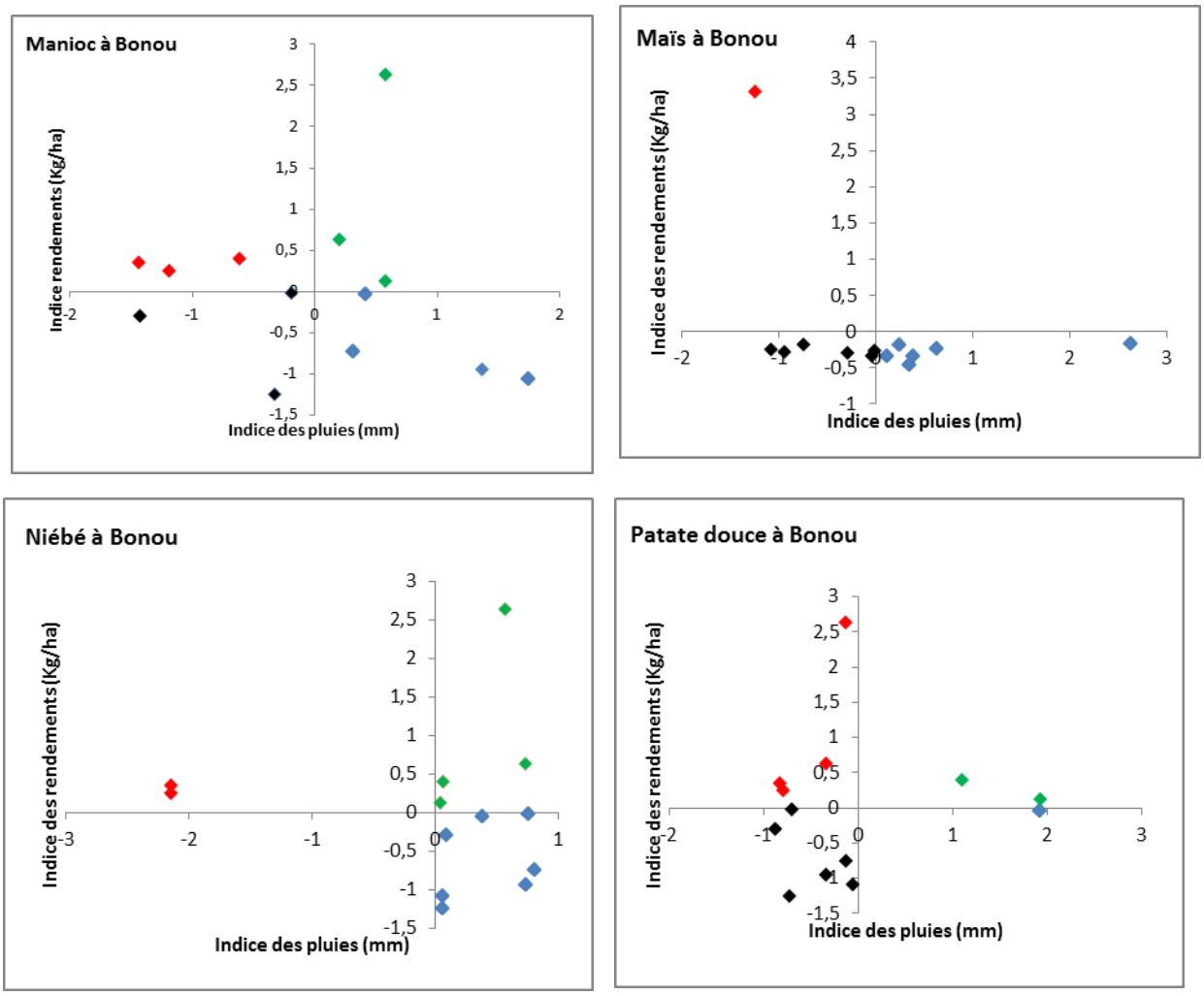

Figure 27 : Indices des rendements et des pluies de 1998 à 2011 à Bonou

- : Bon rendement et pluie annuelle excédentaire
- : Mauvais rendement et pluie annuelle excédentaire
- : Mauvais rendement et pluie annuelle déficitaire
- : Bon rendement et pluie annuelle déficitaire

De l'analyse de la figure 27, on observe quatre compartiments qui permettent d'apprécier les rendements par rapport aux précipitations. On a les années très pluvieuses à bon et mauvais rendement (à droite) et les années sèches à bon et mauvais rendement (à gauche). La part que représente chaque compartiment est consignée dans le tableau XLIV.

Tableau XLIV : Type de rendement en fonction des pluies

Commune de Bonou	Année très pluvieuse à bon rendement	Année très pluivieuse à mauvais rendement	Année sèche à bon rendement	Année sèche à mauvais rendement
	Poucentage (%)	Poucentage (%)	Poucentage (%)	Poucentage (%)
Maïs	0	46,15	7,69	46,15
Manioc	23,07	30,76	23,07	23,07
Patate douce	15,38	7,69	23,07	46,15
Niébé	30,76	53,84	15,38	0
Moyenne	**17,30**	**33,11**	**17,30**	**28,84**

Source : Travaux de terrain, décembre 2014

L'analyse des résultats des indices des pluies et des rendements dans la Commune de Bonou a donné 17,30 % des cas des années très pluvieuses à bon rendements, 33,11 % d'années très pluvieuses à mauvais rendements, 17,30 % d'années sèches ont donné de bons rendements et 28,84 % des années sèches ont donné de mauvais rendements. On constate alors que dans la Commune de Bonou, les années très pluvieuses à mauvais rendements dominent celles très pluvieuses à bon rendement. De même, les années sèches à mauvais rendements dominent celles sèches à bon rendements. Au regard de ce qui précède, on déduit que l'excès de pluies et son absence sont des facteurs qui induisent de mauvais rendements pour les cultures car, il s'agit des cultures saisonnières et donc plus vulnérables aux effets des irrégularités pluviométriques que les cultures annuelles.

Ces résultats sont conformes à ceux de Bokonon-Ganta (1987), Afouda (1990) et Houndénou (1999) qui ont montré que le contexte climatique au Bénin est marqué par des irrégularités pluviométriques saisonnières caractérisées par de déficits hydriques suivis d'une diminution de nombre de jour d'évènements pluvieux et une tendance à la hausse des températures. Pour FAO-Bénin, (2009), cette variabilité climatique affecte les cultures vivrières et contribue à une dégradation de la production vivrière dans de nombreuses régions des pays en voie de développement. Dans le même sens, Ogouwalé (2006), a montré que les irrégularités saisonnières notées ces dernières années constituent un facteur limitant pour le développement de l'agriculture.

Pour mieux apprécier les impacts des excès de pluies sur le rendement, les contraintes pluviométriques ont été identifiées pour le maïs, principale culture du milieu et une culture de soudure, le niébé.

- **Contraintes pluviométriques pour le maïs**

Il existe plusieurs variétés de maïs. Dans la Commune de Bonou, c'est la variété «Pirsabak » à cycle végétatif de 9 décades soit 3 mois qui est plus semé. Le cycle végétatif du maïs se fait en 4 phases : la phase de semis (10 jours), la phase de la levée (20 jours), la phase d'épiaison (35 jours) et la phase de maturité (25 jours). Le semis du maïs au sud-Bénin pour la grande saison des pluies commence dans la 2ème décade du mois d'avril jusqu'au mois de mai (du 15 avril au 15 mai). Le stress hydrique (déficit ou excédent hydrique) a été analysé aux différentes phases de développement de cette variété de maïs. Pour le faire, tenant compte des statistiques agricoles disponibles dans la Commune de Bonou (de 1998 à 2012), les années minimale, normale et maximale des hauteurs de pluies ont été déterminées sur cette période. C'est ainsi que 2002 est l'année normale sur la série, 1999 est l'année maximale et 2006, l'année minimale. Une étude diachronique a été faite alors sur le stress hydrique du maïs aux différentes phases de son développement en 1999 et 2006 et ces résultats sont comparés avec ceux de 2002, année normale.

De ce fait, les contraintes pluviométriques du maïs en 1999 ont été mises en exergue en associant le graphe des pluies décadaires au cours de l'année au graphe des besoins en eau du maïs pendant les phases phénologiques et les hauteurs de pluies enregistrées au cours de chaque phase (figure 28).

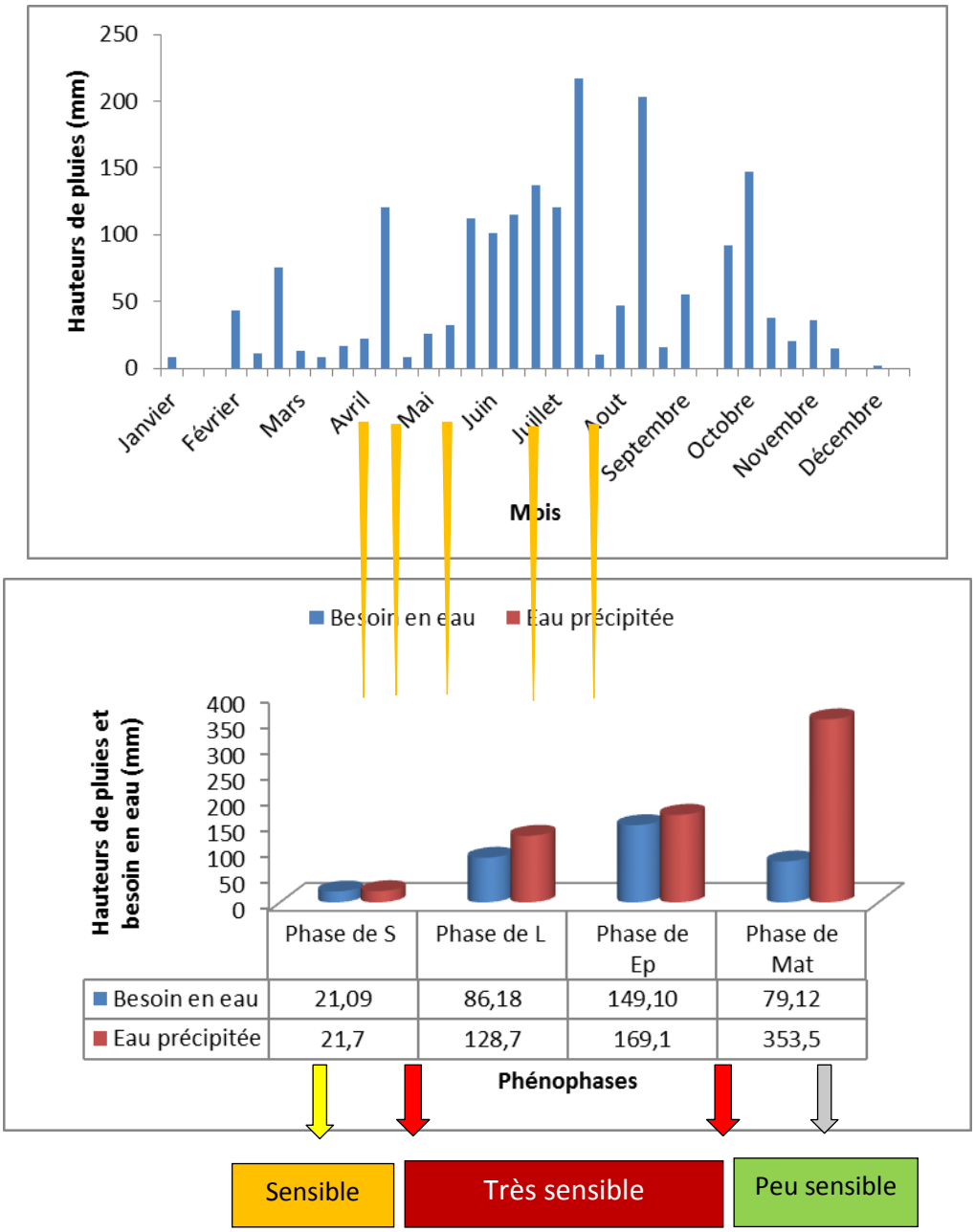

Figure 28: Stress hydrique pendant les phénophases du maïs en 1999
Légende : S= semis ; L= levée ; Ep= épiaison ; Mat= maturité

La figure 28 présente, en plus du graphe des hauteurs de pluies par décade en 1999, le graphe des besoins en eau du maïs pendant les phases phénologiques et la quantité d'eau enregistrée pendant chacune de ces phases. On constate que pendant la phase semis du maïs, 2ème décade du mois d'avril, la quantité d'eau précipitée (21,7 mm) est presque conforme avec les besoins en eau du maïs en cette phase (21,9 mm). Pendant la phase de levée où la culture a besoin de 86,18 mm d'eau, on a enregistré 128,7 mm d'eau dans la Commune de Bonou. A la phase d'épiaison, pour un besoin de 149,1 mm, on a enregistré 169,1 mm d'eau et à la phase de

maturité, la quantité d'eau enregistrée (353,5 mm) dépasse largement les besoins en eau de la culture (79,1 mm) en cette phase.

Pour ces quantités d'eau enregistrées par rapport aux besoins de la culture pendant les différentes phases de son développement en 1999, la Commune a enregistré un rendement de 1085 Kg/ha contre un rendement de 1024 Kg/ha en année normale, 2002. C'est dire donc que l'année 1999, malgré qu'elle soit une année maximale (excédentaire), a permis d'obtenir un rendement meilleur à celui de l'année normale 2002 (année moyenne).

Ces résultats renforcent les résultats plus haut selon lesquels il existe des années excédentaires à fort rendement dans la Commune de Bonou. Il importe alors de voir la tendance en année minimale de la série (2006) par rapport à la normale. Le même exercice de comparaison des besoins en eau par phase et des quantités d'eau enregistrées a été fait. (Figure 29).

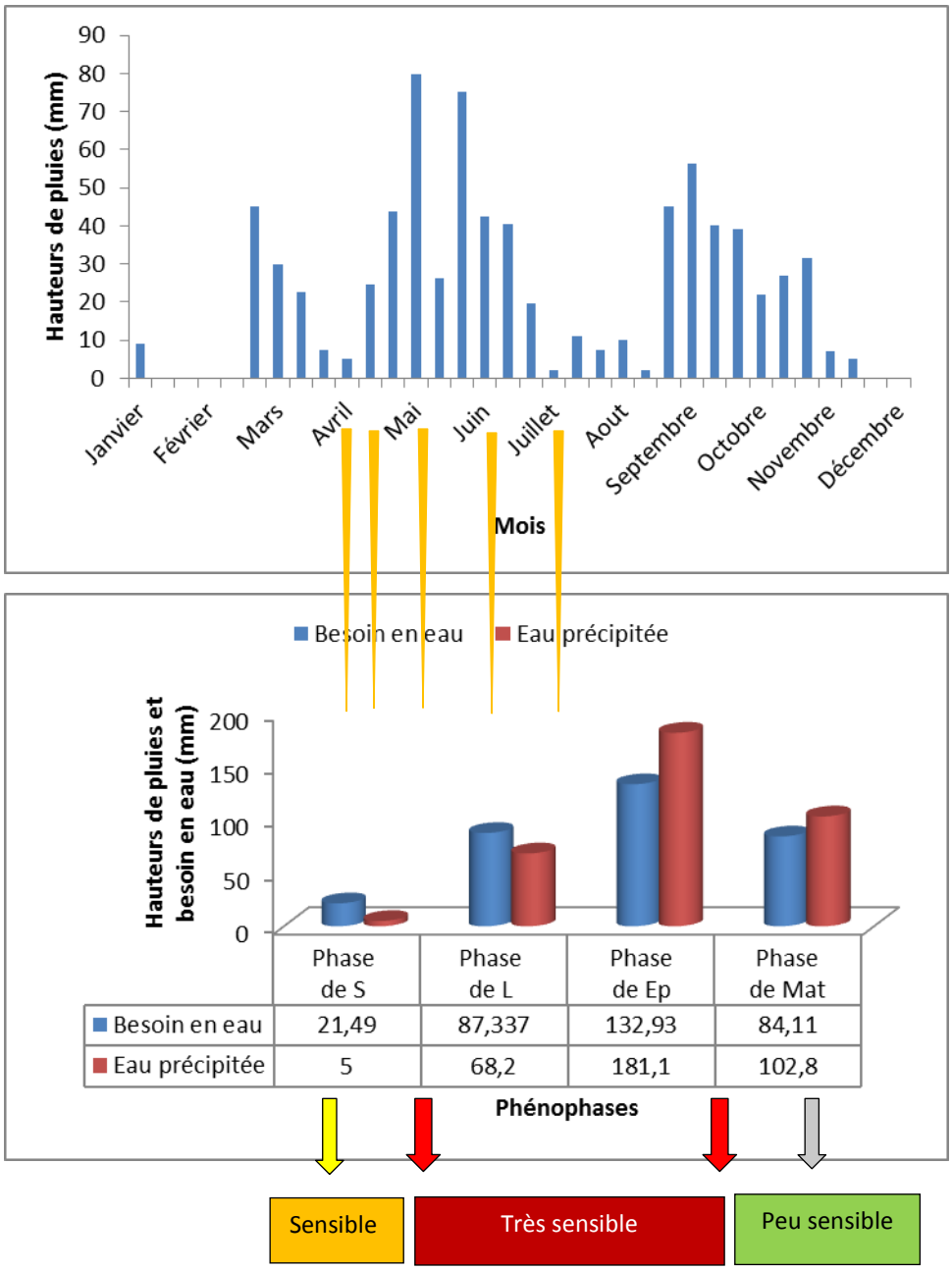

Figure 29: Stress hydrique aux phases phénologiques du maïs en 2006
Légende : S= semis ; L= levée ; Ep= épiaison ; Mat= maturité

De la figure 29, on constate qu'en 2006, année minimale (déficitaire), c'est déjà à la phase de semis que la culture du maïs a enregistré un déficit d'eau. Pour un besoin de 21,4 mm d'eau au semis, on a enregistré 5 mm d'eau de pluies. Ce déficit s'est prolongé jusqu'à la phase de levée. La quantité d'eau précipitée pendant cette phase est de 68,2 mm contre un besoin en eau qui s'élève à 87,34 mm. C'est au cours des phases d'épiaison et de maturité que la culture a enregistré des hauteurs de pluies qui dépassent ses besoins en eau.

Au cours de cette année 2006, la Commune de Bonou a connu un rendement du maïs de 997 kg/ha contre 1024 kg/ha en 2002, année normale (moyenne). C'est dire donc que l'année de

déficit pluviométrique a entrainé une baisse des rendements du maïs dans la Commune de Bonou. L'année 2006 est alors une année déficitaire à faible rendement.

De ces deux constats en années minimale et maximale, on peut déduire que les rendements du maïs sont négativement affectés par la variabilité des hauteurs pluviométriques. C'est dire donc qu'au-delà des facteurs liés au type de sol pré-étudiés, les rendements du maïs sont aussi fonction de la variabilité des paramètres du climat tels que les hauteurs de pluies. Le même exercice a été fait sur la culture du niébé dans la Commune de Bonou.

- **Contraintes pluviométriques pour le niébé**

Plusieurs variétés de niébé sont cultivées dans la Commune de Bonou. La variété la plus cultivée est IT81D-1137 ayant un cycle de 70 à 80 jours. Au sud-Bénin, la culture du niébé se fait dans la 2ème décade du mois de mai, après la culture du maïs en avril. La récolte su niébé a lieu généralement dans le mois d'août, mois de la récession pluviométrique. Pour mieux apprécier le stress hydrique sur la culture du niébé, les besoins en eau de la culture sont calculés et comparés avec les hauteurs de pluies enregistrée pendant les différentes phases phénologiques du développement du niébé. Pour cette culture aussi, on considère d'abord l'année maximale, 1999, pour évaluer les quantités d'eau enregistrées par rapport aux besoins du niébé pendant ses phases phénologiques. (Figure 30).

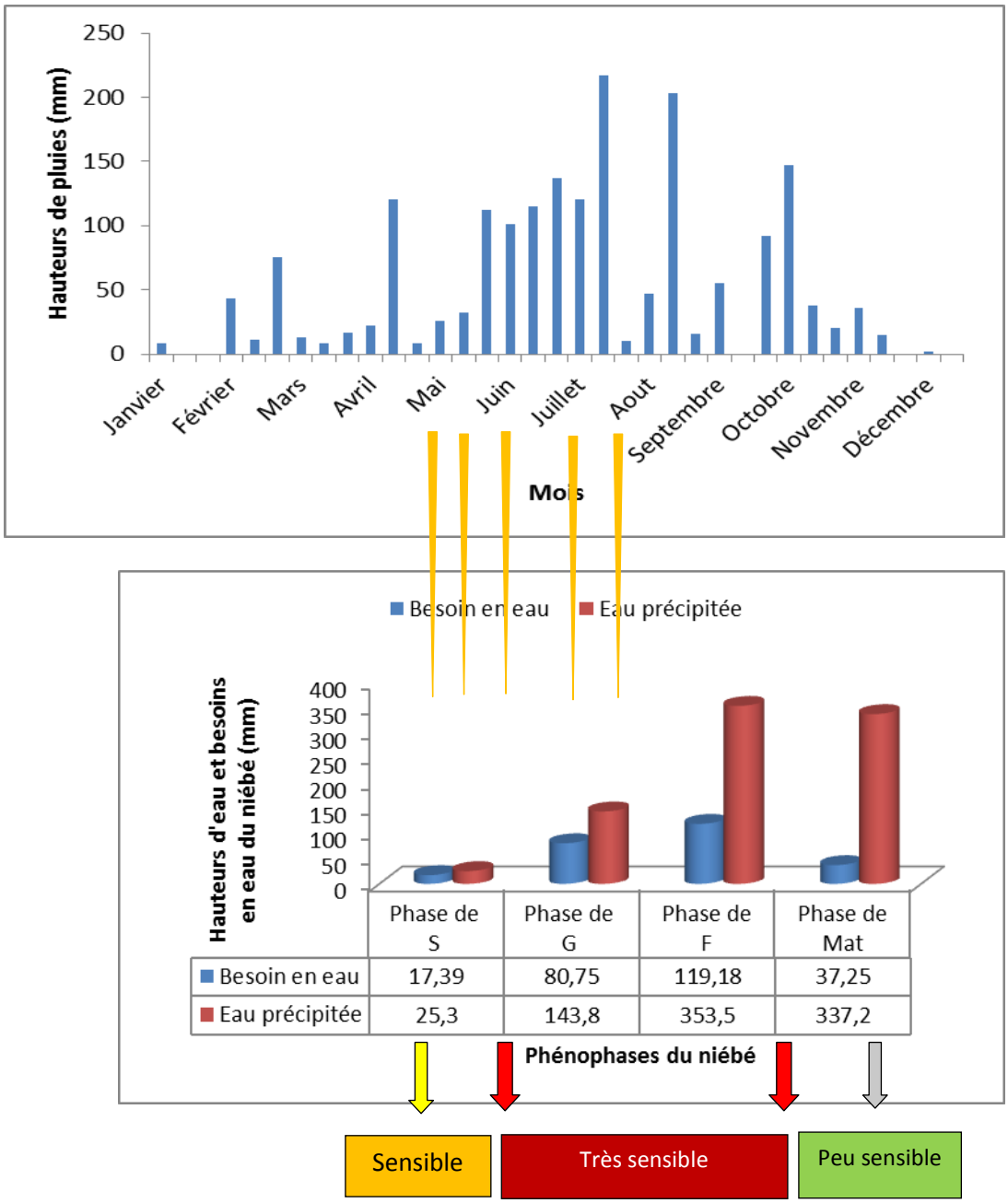

Figure 30 : Stress hydrique aux phases phénologiques du niébé en 1999
Légende : S= Semis, G= Germination ; F= Floraison ; M= Maturité

La figure 30 met en relief, le graphe de pluies décadaires dans la Commune de Bonou en 1999 associé au graphe des besoins en eau et la quantité d'eau de pluies décadaires obtenue au cours de décades de croissance de la culture du niébé. On constate à travers la figure que pendant la phase de semis, pour un besoin de 17,39 mm d'eau, on a enregistré 25,3 mm d'eau de pluies favorisant le semis dans de bonnes conditions. Pendant la phase de germination, pour un besoin de 80,75 mm d'eau, la Commune a connu 143,8 mm d'eau de pluies. A la phase de floraison, la culture a eu un volume d'eau s'élevant à 353,5 mm contre 119,18 mm

d’eau comme besoin. A la phase de maturité, pour un besoin de 37,25 mm, la culture a reçu une quantité de 337,2 mm d’eau de pluies.

Pour un développement optimal du niébé, les quantités d’eau obtenues aux phases de germination et de floraison sont très capitales pour un meilleur rendement. Au cours de l’année 1999, les quantités d’eau obtenues aux différentes phases de son développement sont supérieures aux besoins de la culture. La quantité d’eau reçue par la culture à la phase de floraison fait presque le triple du besoin, ce qui provoque la chute des fleurs qui servent à la fécondation. La conséquence est que l’année 1999 a enregistré un rendement de 599 Kg/ha du niébé contre 751 kg/ha en 2002, année normale. Pour confirmer les effets de ces fluctuations pluviométriques sur la culture du niébé dans ladite Commune, le même exercice a été fait en 2006, l’année minimale de la série (année déficitaire). Les besoins en eau de la culture sont aussi comparés avec la quantité d’eau précipitée et ceci, associé au graphe de pluies décadaires dans le secteur d’étude (figure 31).

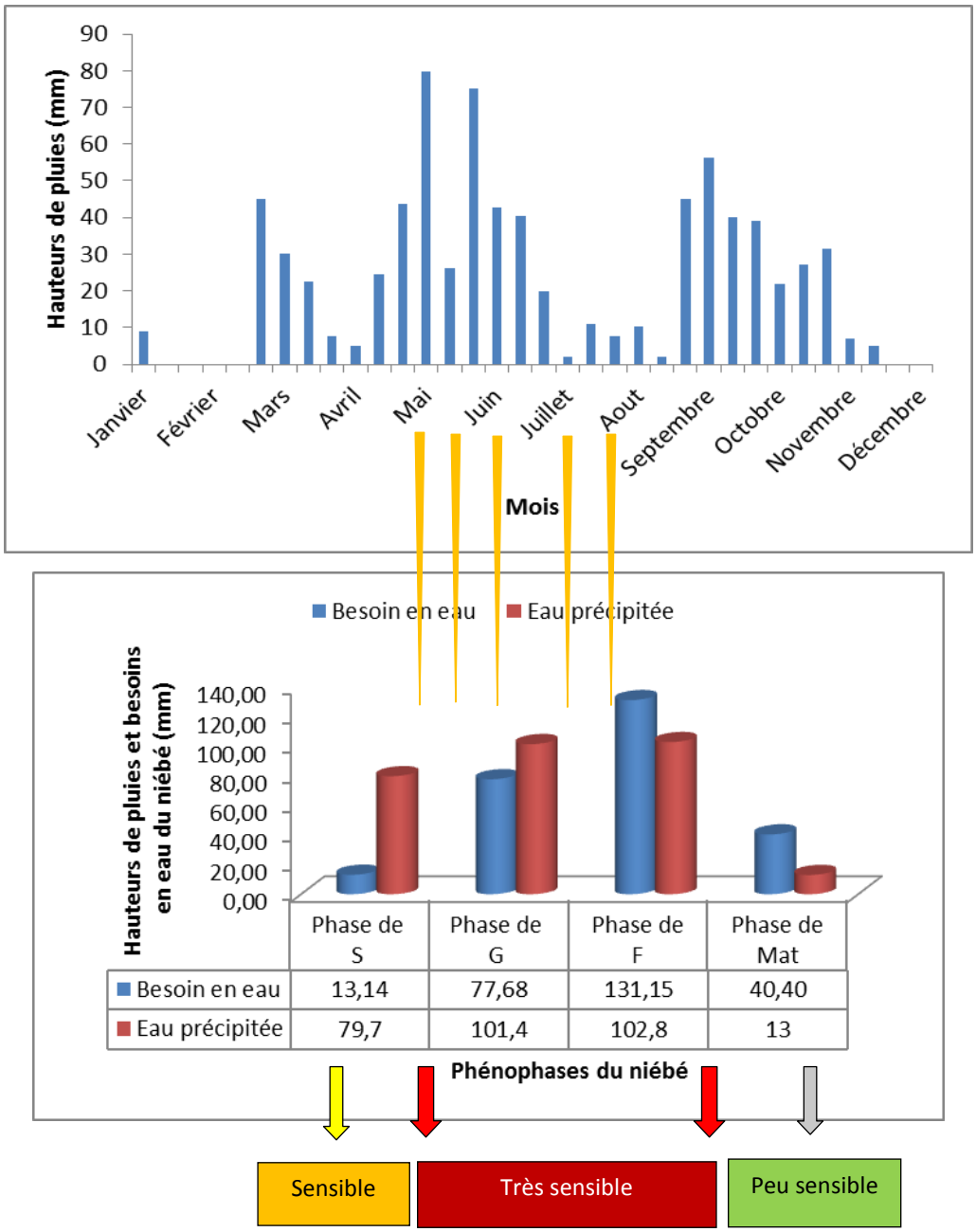

Figure 31 : Stress hydrique aux phases phénologiques du niébé en 2006
Légende : S= Semis, G= Germination ; F= Floraison ; M= Maturité

La figure 31 présente deux graphes, un graphe des pluies décadaires en 2006 et un autre des besoins en eau du niébé pendant les phases de développement et la quantité d'eau précipitée durant ces phases de développement. Pour la phase de semis, la culture a enregistré une quantité d'eau (79,7 mm) supérieure à ses besoins (13,14 mm), ce qui a favorisé le semis dans de bonnes conditions. A la phase de germination, la quantité d'eau précipitée est de 101,4 mm contre les besoins en eau de la culture qui sont de 77,68 mm. Mais aux stades de floraison et de maturité, la culture a reçu des quantités d'eau inférieures à ses besoins. Pour la phase de floraison par exemple, pour un besoin de 131,15 mm d'eau, la plante n'a reçu que 102,8 mm

d’eau de pluies. Or, la phase de floraison est très sensible au déficit d’eau. La conséquence est qu’on a assisté, en 2006, à une baisse du rendement par rapport au rendement de l’année normale. Le rendement du niébé en 2006 est de 606 kg/ha contre un rendement de 751 kg/ha en 2002, année normale.

On peut conclure, au regard des rendements obtenus en année (maximale) et en année minimale (déficitaire) que la variabilité pluviométrique a un impact négatif sur la production du niébé dans la Commune de Bonou. Cet état de chose est bien perçu par les producteurs de la Commune.

- **Perceptions paysannes sur la variabilité pluviométrique**

Les paysans de la Commune de Bonou entretiennent un lien étroit avec leur milieu environnant. Les conditions climatiques déterminent celles de l’agriculture, principale activité des populations du Bénin méridional (Boko 1988, Afouda, 1990, Ogouwalé 2004). Les impacts négatifs de l’instabilité pluviométrique sur les rendements agricoles sont bien connus des paysans. C’est pourquoi, dans la Commune de Bonou, toutes les activités agricoles sont calquées sur le régime des pluies. A 99 %, les paysans attendent le démarrage des pluies pour commencer les travaux champêtres. Les déficits et irrégularités des pluviométriques constituent des facteurs de perturbations des activités champêtres et sont indicateurs de la baisse des rendements agricoles (Ogouwalé, 2006).

Dans la Commune de Bonou, sur les terres du plateau, il est difficile aujourd’hui de donner une date de démarrage des activités agricoles mais ces activités dépendent à 100 % du démarrage de la saison des pluies. Cette situation rend l’agriculture tributaire de la saison des pluies et donc la précocité ou le retard de la saison des pluies bouleverse le calendrier agricole traditionnel de la Commune de Bonou. Pour la grande saison des pluies, la Commune de Bonou connait, tout comme les Communes du Sud-Bénin, de plus en plus des retards dans le démarrage des premières pluies. Cet état de chose est mis en évidence par Akindélé (2014), selon lequel, depuis les années 1980, cette pluie arrive en avril, voire mai avec d’importants dégâts (chablis, démolissage de maisons, etc.). Pour le même auteur, c’est après cette pluie que vient le ‘’Xwejisin’’ qui signifie l’eau de l’an. C’est une pluie qui lance le démarrage de la saison des pluies et donc des activités pour la première saison agricole dans la Commune de Bonou. Pour 86 % des paysans, la première saison agricole est la plus importante où il faut faire le maximum dans les champs pour assurer la subsistance de la famille et régler les problèmes socio-économiques. Cet avis des 86 % des paysans interrogés est conforme aux

résultats de Akindélé (2014) qui affirme que c'est grâce à la grande saison des pluies que l'on obtient l'essentiel de la production annuelle. Déjà en 1988, les travaux de Boko ont démontré que la grande saison pluvieuse constitue la première vraie saison et représente la plus importante pour les populations car, elle est d'une grande importance dans le cycle climatique annuel

Sur la petite saison des pluies qui favorise la deuxième saison agricole dans la Commune de Bonou, 90 % des paysans interrogés estiment qu'il s'agit d'une saison trop brève en laquelle le paysan ne peut faire confiance. Cette saison ne peut nourrir le peuple, ont-ils affirmé. Ces résultats sont confortés par les travaux de Boko (1988) qui avait mentionné un dicton qui stipule que "*E do dandan nu zo gbade a*", ce qui veut dire littéralement qu'il n'est pas obligatoire que le maïs de ''zo'' (petite saison pluvieuse) réussisse. Ce dicton renforce et consolide le point de vue des paysans de la Commune de Bonou sur la brièveté et le caractère aléatoire de la petite saison pluvieuse. Les paysans perçoivent la petite saison pluvieuse comme un temps qui enregistre des pluies intermittentes, des ensoleillements moyens, des crues, de faibles chaleurs et fraîcheurs, des vents relativement calmes (Akindélé, 2014).

Dans la plaine d'inondation, les cultures de décrue dépendent strictement du régime des crues. C'est le retrait de l'eau de crue des champs qui déterminent le début de la culture de contre-saison dans la dépression. L'absence de crue rend presque impossible les activités agricoles dans la dépression. En effet, l'année 2013 n'a pas enregistré de crue et donc, la culture de contre-saison n'a pas eu lieu chez 85 % des producteurs. Les 15 % ayant mise en valeur leur champ en cette année-là sont ceux qui avaient acquis des motopompes pour drainer l'eau du fleuve Ouémé vers les parcelles de cultures. A 85 % donc, les paysans de la dépression considèrent l'absence de la crue comme un facteur qui empêche la mise en valeur des champs de la dépression pendant ce temps. Mais il faut noter que, aussi bien la crue favorise la mise en valeur des terres de la dépression, elle constitue une contrainte majeure pour les paysans.

5.1.2- Contraintes liées aux crues

La basse vallée de l'Ouémé est caractérisée par un régime hydrologique essentiellement marqué par la fréquence des hautes eaux qui débutent entre le 15 mai et fin juillet, atteignent leur maximum à la fin du mois de septembre pour terminer au début du mois de novembre (Lamouroux, 1972). Ce régime hydrologique engendre des crues qui surviennent dans le delta de l'Ouémé lors des hautes eaux de la seconde saison de pluie car influencé par les apports

d'eau du fleuve Ouémé et de son cours supérieur (Tohozin, 1999). La production agricole dans la dépression est aussi influencée par l'évolution de ces crues.

Dans la plaine inondable de la Commune de Bonou, on assiste à des phénomènes récurrents d'inondation des cultures consécutifs soit à l'excès des précipitations des mois de mai et de juin, soit aux crues annuelles du fleuve Ouémé qui s'amorcent au mois de juillet ou août. Ces inondations entraînent des pertes importantes de cultures. Les crues précoces du mois de juin dues aux pluies locales envahissent les champs et détruisent les récoltes. Elles débutent à une période où une bonne partie des cultures de la grande saison pluvieuse se trouvent en phase de maturation donc n'ayant pas besoin de grandes quantités d'eau. Ces crues précoces sont aggravées par la crue du fleuve Ouémé. L'augmentation de l'humidité des sols consécutive aux inondations des crues entraîne la destruction des cultures en phase de maturation. C'est avec amertume que 85 % des paysans interrogés ont affirmé avoir perdu presque la totalité de leurs cultures dans les inondations de 2010. L'excès d'eau est fatal aux plantes cultivées mais l'insuffisance des pluies peut être tout aussi préjudiciable aux récoltes. Les estimations du SCDA-Bonou en matière de superficies de cultures totalement inondées pour l'année 2010 sont d'environ 225 hectares. La destruction des cultures et les difficultés de mobilisation des eaux de crue pour l'agriculture créent un manque à gagner pour les producteurs. De vastes superficies sont englouties par les eaux de crue (photo 9).



Photo 9 : Champ de maïs totalement inondé par les eaux de crues de 2010 à Asrossa
Prise de vue : Donou B., 2010

Sur la photo 9, on constate l'envahissement du champ de maïs par les eaux de crue. Cette situation est aussi enregistrée dans les champs de manioc, de patate douce…et crée des pertes énormes aux producteurs.

5.1.2.1- Impacts des crues sur la production agricole

Les impacts des crues sur la production agricole dans la Commune de Bonou sont de deux ordres : perte de production et perte des récoltes.

Les pertes de production s'observent lors des inondations des champs provoquées par les eaux de ruissellement d'une part et par les eaux de crue du fleuve Ouémé d'autre part. Dans les mois de juin, de juillet et d'août, les eaux de ruissellement envahissent les champs et détruisent les cultures. De même, les cultures tardives sont souvent envahies par les crues dans les mois d'août et de septembre (Lanmouroux 1972, Agossa 1994, Houndagba, 1990 et Donou, 2007). Selon 72 % des populations interrogées, la culture la plus vulnérable à la montée des eaux est le manioc dont les racines encore sous terre pourrissent avec la survenance des crues.

L'inondation des champs empêche le développement des cultures et détruit les récoltes. Le tableau XLV présente les superficies emblavées et celles inondées de trois principales cultures dans la Commune de Bonou pour la campagne agricole de 2010 au moment où le Bénin a enregistré de fortes inondations.

Tableau XLV : Superficies (ha) de cultures inondées en 2010 dans la Commune de Bonou

	Maïs		**Manioc**		**Patate douce**		**TOTAL**	
	Superficie emblavée	Superficie inondée	Superficie emblavée	Superficie inondée	Superficie emblavée	Superficie inondée	Superficie emblavée	Superficie inondée
Valeur absolue	5793	515	2332	763	549	396	8674	1674
Proportion(%)		8,89		32,71		72,13	100	19,29

Source : SCDA-Bonou, 2011

On constate de la lecture des données du tableau XLV que pour l'année 2010, les champs de manioc sont plus inondés avec une perte de 32,71 % de la superficie totale emblavée. Pour le maïs et la patate douce, on a enregistré des pertes de, respectivement, 8,89 % et 72,13 % des superficies emblavées dans la Commune. Au total, 1674 ha de champs pour ces trois cultures considérées ont été inondés sur 8674 ha de superficies emblavées en 2010, soit une perte globale de 19,29 %. Pour cette perte des cultures, une estimation de la production perdue a été faite (figure 32).

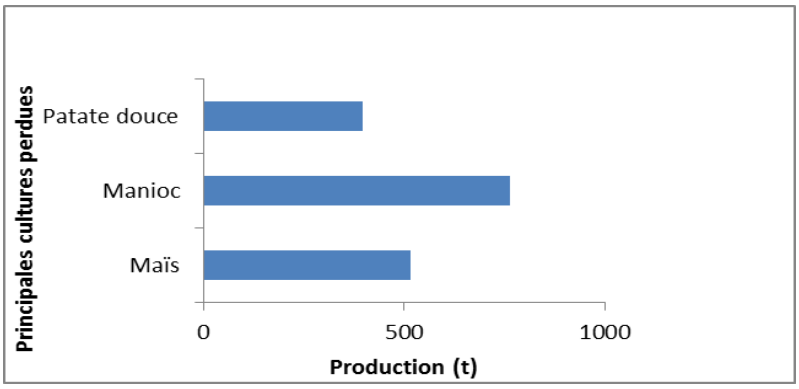

Figure 32: Estimation des pertes de production par culture en 2010
Source des données **:** SCDA-Bonou, juin 2011

La figure 32 présente les pertes de production agricole induites par les crues dans la Commune de Bonou pour l'année 2010. Il se dégage de cette figure que les crues affectent de façon négative la production et les cultures ne subissent de la même manière, les affres de la crue. En effet, les cultures à cycle végétatif long qui sont implantées dans la dépression sont plus vulnérables aux crues car elles ne sont pas encore à maturité avant la survenance des crues. La destruction des cultures par la crue engendre des problèmes socio-économiques.

5.1.2.2- Impacts socio-économiques des crues

Les impacts socio-économiques de la perte des cultures, consécutive aux crues, se manifestent par la baisse des revenus et l'augmentation des prix des produits agricoles. En effet, selon 90 % des paysans interrogés ayant des champs dans la dépression, les années de fortes crues entraînent une grande perte des produits agricoles. Or, la production agricole constitue la principale source de revenus pour la majorité de la population (75 %) de Bonou. Du coup, les pertes de cultures par la crue entraine une diminution de la production agricole et par ricochet, l'augmentation du coût des denrées agricoles sur le marché. Au niveau du Secteur Communal pour le Développement Agricole (SCDA-Bonou), une estimation a été faite du coût des produits perdus lors de la crue. (Tableau XLVI).

Tableau XLVI : Estimation des pertes de revenus agricoles

Spéculations	**Superficies totalement inondées et non récupérées (Ha)**	**Quantité de productions perdues et valeurs correspondantes**	
		Quantité (T)	**Valeur (F CFA)**
Maïs	515	618	92.700.000
Manioc	763	3816	248.056.250
Patate douce	396	5940	297.731.250
Total	1674	10374	638.487.500

Source : SCDA-Bonou, 2010

L’analyse du tableau XLVI montre que la patate douce est la culture dont les pertes de revenus consécutives aux pertes de superficies emblavées sont les plus importantes dans la Commune de Bonou en 2010. Pour l’ensemble des trois cultures considérées en 2010, les pertes de revenus sont estimées à 638.487.500 francs CFA.

Dans une telle situation de perte des récoltes due aux crues, les produits agricoles connaissent une augmentation de prix. L’augmentation brusque du coût des denrées alimentaires qui en découle affecte le bien-être socio-économique de toute la population de la Commune de Bonou en particulier et de toute la population de la vallée de l’Ouémé en général.

A ces contraintes hydrologiques, on peut ajouter une contrainte qui concerne la croissance rapide des mauvaises herbes sur les terres cultivées de la plaine inondable. Cette contrainte est un facteur limitant extrêmement important pour la mise en valeur agricole de la vallée car elle entraîne un surcroît de travail pour les paysans et parfois l’abandon des parcelles les plus enherbées.

5.2- Contraintes liées aux sols

L’exploitation des sols entraine la perte de leur fertilité au cours des années. La perte de la fertilité des sols est généralisée à toutes les terres cultivées et est due à la mauvaise gestion des terres par suite du niveau technologique encore faible des paysans. Sous l’effet de la mise en culture, le stock organique diminue rapidement au cours des premières années. Sous culture intensive les pertes dépassent 50 % du stock initial (Igué et Youssouf, 1995; Igué, 2009). Ces pertes en matière organique découlent du déséquilibre biologique auquel s’ajoutent les exploitations par l’érosion, le lessivage et la minéralisation. Elles expliquent pour une bonne part la dégradation de plusieurs caractéristiques importantes du sol liées à la matière organique telles que la stabilité structurale et la capacité d’échange cationique. Des études expérimentales sur le maintien de la fertilité azotée et organique des sols cultivés soulignent l’intérêt des fumures organiques et minérales associées. D’où la nécessité d’associer la fertilisation minérale, la restitution organique et l’amélioration de la fixation biologique de l’azote par des légumineuses. Cette perte de fertilité est également due à la dégradation physique des sols qui se manifeste par l’érosion hydrique (en nappe, rigoles, ravines) dans les champs cultivés sans mesures de conservation. La dégradation physique met à nu les horizons inférieurs (compacts et susceptibles de s’indurer). Mais lorsqu’on prend chaque type de sol, les contraintes ne sont pas les mêmes.

Les contraintes liées à la nature des sols dans la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou diffèrent suivant la nature des sols.

5.2.1-Contraintes à la mise en valeur des sols ferralitiques

Les sols ferrallitiques occupent 62,64 % de la superficie totale de la Commune de Bonou. Pour 70 % des paysans ayant leur champ sur les sols ferrallitiques, le véritable problème auquel ils sont confrontés est qu'ils perdent vite l'eau après la pluie, c'est-à-dire, une faible capacité de rétention de l'eau. Selon ces paysans, l'utilisation des sols ferrallitiques implique le recours à l'utilisation d'engrais chimiques à dominance potassique et une restitution aux sols des résidus de récolte pour augmenter leur fertilité. De plus, ces paysans estiment que les terres agricoles situées dans les versants subissent l'action de l'érosion qui diminue leur qualité agronomique.

Ces résultats sont conformes aux résultats issus des analyses des sols ferrallitiques dans la Commune. On note au niveau des sols ferrallitiques de la Commune de Bonou, une faible Capacité d'Echange cationique (CEC), de faibles taux de potassium (K) et phosphore (P), des taux de matières organiques variables suivant le passé cultural mais en général faibles. De ce fait, ces paysans sont obligés de faire le semis dès les premières pluies afin que les cultures bénéficient des hauteurs d'eau suffisantes pendant les phases de semis, de levée et de floraison. Mais dans le cas où des poches de sécheresse surviennent pendant les saisons pluvieuses, on enregistre sur les sols ferrallitiques, des pertes de semis et/ou la mauvaise germination des graines. L'insuffisance des pluies sur les sols ferrallitiques au cours des phases de développement des cultures induit alors la baisse des rendements agricoles.

5.2.2- Contraintes à la mise en valeur des sols hydromorphes

Les sols hydromorphes occupent 25, 25 % de la superficie totale de la Commune de Bonou. Les principales contraintes relevées par les paysans à l'unanimité pour la mise en valeur de ces sols sont liées à leur hydromorphie. Ces sols sont rencontrés dans les zones inondables qui constituent pour les paysans, une richesse naturelle pour la mise en valeur agricole des terres. Dans ces sols, les drainages interne et externe sont réduits, il y a des inondations temporaire et permanente qui dévastent les parcelles de cultures. Le taux d'argile est élevé avec pour conséquence une mauvaise perméabilité et une compacité de ces sols. On assiste sur ces sols à une mauvaise décomposition de la matière organique, à une faible quantité de potassium et surtout, un pH acide. Ces résultats sont conformes à ceux de Agassounon (2002), qui a

démontré que les sols hydromorphes ont une capacité d'infiltration très faible donc sont très vite saturés, ce qui contribue à l'étalement des inondations.

Les sols hydromorphes sont des sols fertiles, lourds et difficiles à travailler. Les deux machines agricoles mises à la disposition des paysans dans la Commune de Bonou ne sont pas adaptées, selon les agents du SCDA-Bonou, pour le travail sur les sols hydromorphes. Pendant la saison sèche, l'argile contenue en forte quantité dans les sols hydromorphes perd de l'eau et crée des fentes de dessiccation. Ces sols s'assèchent totalement (photo 10), rendant leur mise en culture très difficile. La récolte du manioc ou de la patate douce sur les sols hydromorphes pendant la saison de récolte qui coïncide souvent avec la saison sèche, est très difficile. A plus de 90 %, les paysans ayant fait ces cultures dans la plaine d'inondation attendent les premières pluies qui peuvent engendrer des inondations, nuisibles pour les cultures, avant de procéder à la récolte.



Photo 10 : Aspect d'un sol hydromorphe en saison sèche à Hounviguè
Prise de vue : Hounkanrin, décembre 2012

On constate sur la photo 10, un sol totalement desséché qui présente des fentes de dessiccation et des squames. Les cultures présentes sur ces sols pendant cette période doivent recevoir de l'eau, soit par irrigation, soit de façon manuelle (45 % des paysans faisant la production maraichère) avant d'attendre un rendement optimal.

5.2.3-Contraintes à la mise en valeur des vertisols

Les vertisols, environ 3 % de la superficie totale de la Commune de Bonou, présentent des contraintes presque identiques avec les sols hydromorphes mais avec des particularités. Sur

ces sols, on assiste à un engorgement prolongé du sol, à une lente évacuation des excès d'eau, ce qui ne favorise pas un bon développement des cultures surtout celles qui ne supportent pas assez d'eau. Les vertisols présentent une forte dessiccation du sol en saison sèche, une faible profondeur utile du sol à cause de la compacité. A l'unanimité des producteurs sur ces sols, ce sont des sols très difficiles à travailler. L'enherbement y est très rapide et il est bien difficile de contrôler les mauvaises herbes. Les vertisols, dans la Commune de Bonou, ont une déficience en calcium et en phosphore. Tout comme les sols hydromorphes, sur les vertisols, les machines agricoles disponibles dans la Commune de Bonou ne sont pas adaptées pour les activités agricoles sur ces genres de sol.

La faible disponibilité en eau dans la zone de vertisols constitue une contrainte majeure qui ne favorise pas l'irrigation pour la mise en culture des verstisols pendant la contre-saison. Le constat dans la Commune de Bonou est que de vastes étendues de vertisols sont abandonnées à cause des contraintes liées à sa mise en valeur agricole.

5.2.4- Contraintes à la mise en valeur agricoles des sols peu évolués

Les sols peu évolués se retrouvent en bordure du fleuve Ouémé et représentent 10 % de la superficie totale de la Commune. Suivant les résultats d'analyse de ces sols dans la Commune de Bonou, ils présentent une texture grossière en surface mais variable en profondeur. Ils ont souvent un excès d'eau, une faible capacité de rétention en eau (surtout en surface), faible capacité d'échange cationique et un faible taux de matière organique.

A 75 %, les producteurs interrogés estiment que la proximité des sols peu évolués avec le lit mineur du fleuve Ouémé fait qu'ils sont les premiers à être envahis par les eaux lors de la crue. De plus, pour ces paysans, on assiste dans la Commune de Bonou à des montées du niveau de l'eau du fleuve Ouémé avec les pluies du mois de mai et juin. Cette montée du niveau de l'eau entraine des inondations dans les champs situés sur les sols peu évolués qui se retrouvent en bordure du fleuve alors même que la véritable crue n'a pas commencé.

5.3- Contraintes biotiques à la mise en valeur agricole des terres

La pression parasitaire s'observe tout au long des campagnes agricoles dans la Commune de Bonou. Les oiseaux granivores, les maladies, les problèmes de semence sont d'autres facteurs qui constituent aussi des contraintes à la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la commune de Bonou.

Pour 95 % des producteurs interrogés, la lutte contre les oiseaux granivores constitue un combat qu'il faut mener pendant au moins les 20 premiers jours après le semis et pendant le dernier mois, celui de la récolte. Les oiseaux et animaux ravageurs des cultures, cités par 72 % des paysans dans la Commune de Bonou sont, entre autres, la perdrix, le tisserin gendarme (*Ploceus cucullatus*), les écureuils, les souris, les chenilles, les criquets puants (*Zonocerus variegatus*). On note plus les dégâts de ces animaux et oiseaux dans les champs de maïs et du niébé. En effet, ces animaux et oiseaux détruisent les jeunes pousses des cultures dès qu'elles sortent de terre pour déterrer la graine mise en terre. Il faut procéder à un re-semis 10 jours après le premier semis afin de combler les vides crées par les graines pourries et les graines picorées par ces oiseaux granivores. Dans les champs de manioc, ce sont les dégâts des écureuils, des souris, des chenilles et des criquets puants qu'on note au stade maturité.

Des méthodes mécaniques de lutte sont utilisées par les paysans : chasse à la battue, piège, épouvantail etc. 65 % des paysans interrogés font appel à des enfants qui vont se mettre à faire du bruit à l'aide des objets sonores pour empêcher les oiseaux ou autres animaux de s'approcher des champs de culture. Cette chasse à la battue se mène bien que les paysans aient fabriqué des épouvantails pour effrayer les animaux ravageurs.

Au-delà de ces animaux ravageurs, il y a des maladies qui attaquent les cultures situées dans la plaine inondable. Au nombre de ces maladies, on note les maladies fongiques qui se manifestent par le pourrissement des racines de certaines cultures dû à l'excès d'humidité dans les sols hydromorphes. Il y a un autre type de maladie appelée mosaïque qui se manifeste par le jaunissement des feuilles des cultures alors même que les cultures ne sont pas encore à maturité. Elle a pour conséquence le faible rendement. Il faut aussi noter qu'il y a des maladies d'origine bactérienne qui attaquent les cultures situées aussi bien sur le plateau que dans la plaine d'inondation.

A 85 %, les paysans enquêtés estiment que c'est le défaut de maîtrise de l'eau qui constitue le principal problème des champs de la dépression. Toutes les autres contraintes biophysiques sont minimes, selon ces paysans.

5.4- Contraintes socio-économiques à la mise en valeur agricole de la vallée

Les contraintes socio-économiques à la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou sont tout aussi nombreuses et importantes que les contraintes liées au milieu naturel. Elles se posent en termes de main d'œuvre, de propriété foncière, de la pauvreté rurale, du dispositif de crédit, de voie d'accès aux espaces agricoles, de la

commercialisation de la production, de la structure des prix, de soutien financier aux paysans, du coût de production, du besoin de technologie nouvelle, du manque d'organisation ou de coopératives d'agriculteurs.

5.4.1- Problème de main d'œuvre

Facteur très capital dans l'exploitation des terres agricoles dans la vallée de l'Ouémé, le coût de la main-d'œuvre salariée et sa disponibilité constituent des facteurs de contraintes pour la mise en valeur des terres agricoles dans la Commune de Bonou. En effet, la main-d'œuvre agricole salariée se raréfie d'année en année dans la Commune pour plusieurs raisons évoquées supra. Bien que la population agricole augmente avec l'augmentation de la population totale de la Commune, le taux de scolarisation de plus en plus élevé contribue à la diminution des actifs agricoles. Du coup, même les chefs de ménage ayant plusieurs enfants ont besoin de la main-d'œuvre salariée pour les activités agricoles, la plupart des enfants étant inscrits à l'école et ne sont libres que les samedis pour les activités agricoles. A défaut de trouver la main d'œuvre agricole disponible dans la Commune de Bonou, 35 % des paysans ayant besoin de la main-d'œuvre salariée font appel à la compétence des populations agricoles d'autres Communes surtout pour les activités sur les terres de « wɔdji ». Ces activités ont trait surtout au défrichage et au billonnage. Cette main-d'œuvre salariée étrangère provient souvent des Commune de Adja-Ouèrè et des départements du Mono-Couffo d'où les « Hɔlli » et les « Adja », étant habitués aux travaux champêtres sur les terres noires du *Hollidjè* et de la dépression de Tchi, maitrisent bien les travaux sur les sols complexes de « wɔdji ». Ces résultats sont conformes à ceux de Lanokou (2010) et Fangnon (2012) selon lesquels les « Adja » s'occupent essentiellement de l'agriculture et les « Holli » travaillent les terres noires de la dépression médiane. Les paysans faisant appel à cette main-d'œuvre se voient obligés de faire appel à ces actifs agricoles qu'ils hébergent, nourrissent et payent pour les services rendus dans les champs. Les jeunes actifs agricoles ayant entre 20 et 35 ans sont plus sollicités par les acteurs agricoles de la Commune de Bonou. Ceci constitue une contrainte pour les paysans n'ayant pas de gros moyens financiers pour louer le service de ces acteurs ou n'ayant pas connaissance du circuit de négociation de cette main-d'œuvre importée. Il faut aussi préciser que certains jeunes élèves constituent cette main-d'œuvre salariée pendant les week-ends, les jours fériés et les congés de détente.

5.4.2- Contraintes liées à l'approvisionnement des intrants

L'approvisionnement en intrants agricoles dans la Commune de Bonou constitue un véritable souci pour 80 % des paysans interrogés. Si en majorité, les paysans ayant leur champ dans la plaine inondable estiment ne pas avoir besoin d'engrais chimiques pour fertiliser leur sol, les paysans ayant des terres agricoles sur le plateau se voient obliger d'acheter d'engrais chimiques pour avoir de meilleurs rendements. En effet, face à la baisse drastique de la fertilité de sol et au regard des stratégies endogènes de régénération de la fertilité peu efficaces, 35 % des paysans se rabattent sur les engrais chimiques pour accroître le rendement de leur champ de maïs. En 2013, un sac de 50 Kg d'engrais NPK était à 10.000 F mais ce prix est passé à 14.000 F en 2015 au niveau du Secteur Communal pour le Développement Agricole de Bonou (SCDA-Bonou). Pour un hectare de champ de maïs, il faut environ six sacs d'engrais (5 sacs de NPK et 1 sac d'urée). Pour 65 % des paysans interrogés, c'est la mobilisation de l'argent pour l'achat de l'engrais qui manque au moment opportun du fait de toutes les dépenses déjà effectuées dans le labour, le semis et le premier sarclage des champs.

5.4.3- Contrainte liée au foncier agricole

Une contrainte importante à la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou est relative au régime foncier rural. Les différents modes d'accès à la terre sont quelques fois à la base des litiges qui occasionnent des pertes en vies humaines ou qui empêchent les camps adverses de pouvoir mettre certaines terres en exploitation.

Ces résultats sont conformes à ceux de Ogouwalé (2006) qui a démontré que l'absence d'une législation appropriée qui organise et réglemente le foncier agricole est un lourd poids pour l'agriculture au sud-Bénin. Dans la Commune de Bonou, dans l'héritage, ce sont les héritiers qui s'entretuent autour du partage des terres. L'héritage étant patrilinéaire, les femmes qui s'adonnent aux activités agricoles n'ont pas souvent une part dans les terres agricoles et sont obligées de louer ou de demander un lopin de terre à leur époux pour leurs activités agricoles. Plus de 80 % des femmes cultivatrices ont reçu leur espace agricole de leur époux, 10 % exploitent les terres agricoles de leur défunt époux et environ 5 % des femmes ont loué les terres agricoles.

La contrainte relative à la location des terres agricoles réside dans le fait que les locataires de terres ne peuvent que faire des cultures saisonnières mais jamais les cultures pérennes. 15 % des propriétaires terriens plantent les cultures pérennes telles que le palmier à huile pendant

qu'un locataire de terre travaille sur le terrain. La conséquence est que le locataire de terre agricole est obligé d'entretenir les jeunes plants de palmier à huile qui finissent par le chasser du terrain par l'ombrage des branches qui prennent de l'ampleur d'année en année.

Dans l'achat des terres agricoles, seulement 5 % des acquéreurs ont un titre foncier pour l'espace acheté. Pour les 95 % des acquéreurs de terres agricoles, c'est généralement des papiers signés par l'acquéreur et le vendeur avec la signature de deux témoins de chaque partie. Il arrive souvent que les frères du vendeur ou ses enfants se rebellent des années plus tard contre l'acquéreur pour remettre en cause la légitimité de sa propriété foncière. Ceci se passe généralement à la mort du vendeur de la parcelle. Ces cas sont amenés devant le service des affaires domaniales de la mairie pour un règlement. Pendant le temps que dure le règlement qui peut prendre plusieurs mois, la parcelle en litige n'est mis en valeur, ni par la famille du vendeur, ni par l'acquéreur.

La contrainte majeure enregistrée dans le gage a trait à l'incapacité de celui qui met sa terre en gage à rembourser son créancier, ce qu'il lui doit dans un bref délai. A plus de 50 %, les créanciers finissent par devenir propriétaire des terres agricoles qu'ils ont pris en gage faute de payement par leur vis-à-vis de son dû. Donc, le gage fait perdre des parcelles agricoles aux paysans qui s'y engagent par soucis financiers.

5.4.4- Capital financier chez les paysans

A 95 %, les paysans interrogés déplorent l'accès difficile aux micro-crédits dans le domaine agricole. La Caisse Locale de Crédit Agricole Mutuel (CLCAM) a des conditions très complexes pour l'accès au crédit selon ces paysans. Nombreux sont ceux qui sont limités par les conditions d'obtention et de remboursement de crédit de la CLCAM car celles-ci comportent des clauses qui seraient à leur désavantage. Au niveau de la CLCAM, le paysan désireux d'un crédit agricole doit :

- disposer d'un montant égal au 1/5ème du montant sollicité auprès de la caisse ;
- mettre en gage un bien qui peut être une parcelle, une maison, etc ;
- avoir deux avaliseurs ou une caution ;
- fournir un dossier complet comportant une photographie complète de l'intéressé, l'achat d'une demande qui varie entre 2000 et 3000 F.

Tous les producteurs interrogés estiment qu'il leur est difficile de trouver les avaliseurs ou la caution. Or, en plus de tout ce qui est cité ci-dessus, les paysans désireux du crédit agricole

ont l'obligation de rembourser 2 % par mois soit 24 % par an comme intérêt à payer. Ils n'ont pas le droit de dépasser la date limite pour le remboursement des prêts qui est la période juste après la campagne agricole. Passé ce délai, l'institution de microfinance procède à la saisie du bien mis en gage. De même, les exigences pour les formalités à remplir nécessitent beaucoup de déplacements pour le paysan qui y voit une complication. Pire, les femmes cultivatrices ne bénéficient pas de ces crédits pour deux raisons fondamentales : elles n'arrivent pas souvent à réunir les pièces pour le crédit et le manque de garantie en cas de non-paiement. 45 % des femmes paysannes rencontrées à Dogba-Hê dans l'arrondissement d'Atchonsa estiment que les microcrédits aux plus pauvres du gouvernement leur ont été d'un grand soutien dans l'exploitation de leurs périmètres agricoles.

Au regard de tout ce qui précède, bien des exploitants agricoles du secteur d'étude préfèrent chercher leur capital ailleurs qu'à la CLCAM. A plus de 60 %, les paysans font des prêts auprès des usuriers. Pour ces derniers, le taux d'intérêt varie d'un individu à un autre et dépend aussi du degré de confiance que place l'usurier en son client. A 100 %, les producteurs se plaignent de l'inadéquation du crédit de campagne par rapport à la période d'octroi, le montant et la lourdeur des formalités nécessaires.

5.4.5- Contraintes liées à la conservation et la commercialisation des récoltes

S'il est déjà un problème de produire dans la plaine d'inondation de la vallée de l'Ouémé, il est encore plus difficile de transporter la production vivrière des champs jusque dans les maisons avant de penser à la commercialisation. L'accès aux champs situés dans la dépression est très difficile voire impossible, à des endroits donnés, aux engins à deux ou quatre roues. Du coup, le paysan qui a une grande superficie agricole sur ces sites éprouve d'énormes difficultés à transporter sa production vers le village. Toute la production agricole est transportée vers le village par la tête ou vers un véhicule qui, ne pouvant aller dans la dépression, est garée à un endroit donné. Ceci a un coût élevé pour le paysan s'il utilise les manœuvres pour le faire. 25 % des producteurs se résument à vendre la majeure partie de leur production agricole sur le site de production et laissent donc la charge de la récolte et du transport aux acheteurs.

Néanmoins, pour les 90 % des producteurs interrogés, l'essentiel des besoins des ménages (santé, scolarisation des enfants, construction d'habitat, mariages, funérailles, etc.) sont satisfaits à partir des revenus tirés de la vente des produits agricoles. Mais pour eux, les

machines agricoles ne sont pas la solution à l'augmentation de la production agricole dans la plaine d'inondation.

A 95 %, les paysans ne trouvent pas la nécessité des machines agricoles mises à leur disposition par l'intermédiaire du SCDA-Bonou pour les activités agricoles dans la vallée. D'abord, le morcellement des parcelles cultivables ne permet pas de louer les services d'une machine agricole. Certains paysans (40 % interrogés) expliquent comment la machine agricole ne peut accéder à leur champ que lorsque l'Etat prendra des dispositions pour une ouverture de voie d'accès aux champs situés dans les plaines d'inondation. Ils estiment que l'Etat ne joue pas sa partition dans la mise en valeur de cette vallée que tout le monde proclame la plus riche après celle du Nil.

En somme, il faut comprendre qu'à 75 %, les paysans estiment que l'accompagnement financier à travers des crédits agricoles permettra de booster la production agricole dans la vallée. Ceci fait appel à la mise en place d'un système d'irrigation pour une agriculture en toute saison dans la vallée de l'Ouémé. Au regard des différentes contraintes, on se rend compte que les performances agricoles dans la Commune de Bonou ne sont pas fonction des potentialités du milieu mais des possibilités d'exploitation des paysans. Cette situation amène à se poser des questions sur l'encadrement institutionnel des paysans de la Commune.

5.5- Contraintes institutionnelles

Les contraintes institutionnelles ont trait aux différents dysfonctionnements dans les structures publiques, projets et programmes en charge du développement agricole dans la Commune de Bonou.

Au niveau du SCDA-Bonou, l'exercice des activités du service public, ainsi que celui de vulgarisation ou de conseil aux exploitants agricoles ou à leurs organisations sont difficiles à cause de l'insuffisance de ressources matérielles et financières au niveau de l'institution.

Pour les projets et programmes, plusieurs projets et programmes ont été initié depuis la période révolutionnaire jusqu'à nos jours pour la mise en valeur de la vallée mais ont connu des résultats presque insignifiant dans la Commune de Bonou. Les difficultés identifiées sont celles relatives à la mobilisation des fonds en temps réel par ces projets et programmes pour accomplir leur mission. Ceci constitue la raison majeure des faibles niveaux de réalisation souvent décriés par les paysans.

Au niveau des organisations de producteurs aussi, on note une contrainte majeure liée au faible niveau de professionnalisme au regard des services à rendre aux producteurs. Les collectivités locales quant à elles, dans la mise en œuvre des PDC, ne donnent aucune priorité au volet agricole qui ne bénéficie pas d'allocation budgétaire. Entre ces différents acteurs, les cadres de concertation sont encore au stade de projet.

Conclusion partielle

En somme, la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou est confrontée à plusieurs contraintes dont notamment :

- les pratiques culturales inappropriées (non-respect des itinéraires techniques, systèmes de culture non adaptés, etc.) qui expliquent les faibles niveaux des rendements enregistrés sur les principales cultures;
- le faible niveau de mécanisation de l'agriculture;
- la baisse de la fertilité du sol;
- la faible exploitation des bas-fonds à cause des risques d'inondation;
- le défaut de maîtrise de l'eau pour l'agriculture;
- les difficultés d'accès au crédit pour l'achat des intrants agricoles et autres;
- la raréfaction de la main-d'œuvre agricole ;
- les attaques des cultures par les parasites;
- l'inadéquation des machines agricoles avec les terres hydromorphes ;
- la faible diversification de la production agricole;
- l'inondation des cultures ;
- la commercialisation des produits agricoles ;
- le faible niveau d'encadrement technique et institutionnel.

Toutes ces contraintes énumérées ont un impact significatif sur l'exploitation agricole des terres de la Vallée de l'Ouémé en général et de la Commune de Bonou en particulier et par ricochet, font baisser les rendements agricoles dans la Commune de Bonou. Mais face aux nombreuses contraintes, les paysans de ladite Commune cherchent les moyens pour atténuer les effets des contraintes sur la production agricole.

CHAPITRE VI
STRATEGIES D'ADAPTATION PAYSANNES ET PERSPECTIVES A LA MISE EN VALEUR AGRICOLE DE LA VALLEE DE L'OUEME DANS LA COMMUNE DE BONOU

Le chapitre VI expose les stratégies développées par les paysans de la Commune de Bonou pour atténuer les effets des différents facteurs de contraintes sur les rendements agricoles. Les paysans ont développé plusieurs stratégies pour faire face aux contraintes qui limitent la mise en valeur agricole de la vallée de leur Commune. Ces stratégies passent par un ensemble de techniques développées pour la gestion de l'espace agraire, de l'eau et des différentes productions dans le cadre de la mise en valeur de leur vallée. Il existe aussi des stratégies exogènes pour contourner les contraintes. Enfin, ce chapitre présente les perspectives pour l'agriculture dans la Commune de Bonou suivant des scénarii.

6.1- Stratégies endogènes de mise en valeur agricole de la vallée

Les stratégies d'adaptation des paysans de la Vallée de l'Ouémé sont fonction des contraintes qui se posent à eux dans la mise en valeur agricole des terres agricoles dans la Commune de Bonou. Chaque stratégie est en rapport avec le problème qui se pose.

6.1.1- Stratégies paysannes face à la baisse de fertilité des sols

Le système de culture permanente sur les terres dans la Commune de Bonou est à la base de la dégradation des terres agricoles. Cette dégradation des terres agricoles est plus prononcée sur les terres du plateau que sur les terres de la dépression/plaine d'inondation. Conscients donc que la dégradation des sols entraîne la baisse des rendements agricoles, les producteurs développent des techniques à partir des connaissances empiriques de reconnaissance de la qualité des terres. Il s'agit notamment de la jachère, du billonnage, des cultures améliorantes et de la préparation traditionnelle des insecticides.

6.1.1.1- Pratique de la jachère

L'exploitation à plein temps des terres agricoles dans la Commune de Bonou entraine la baisse rapide de la fertilité. Après plus de 10 ans d'exploitation agricole des terres et au regard de la baisse des rendements, 75 % des paysans laissent les terres en jachère pour une courte durée avant de reprendre leur mise en culture. Cette courte durée de jachère s'explique par le fait que la demande en terres agricoles est forte alors qu'il se pose un réel problème de disponibilité de terres agricoles au regard de l'augmentation croissante des actifs agricoles. Il

faut préciser que dans la Commune de Bonou, la durée de la jachère dépend de la catégorie des paysans (Tableau XLVII)

Tableau XLVII : Typologie des durées de jachère en fonction de la catégorie des paysans

	Temps d'exploitation		**Durée de la jachère**	
	Plateau	**Dépression**	**Plateau**	**Dépression**
Gros exploitants	10	Plein temps	7	0
Exploitants Moyens	15	Plein temps	5	0
Petits exploitants	15	Plein temps	5	0

Source : Travaux de terrain, novembre 2013

De l'analyse des résultats du tableau XLVII, on remarque que la pratique de jachère, utilisée comme stratégie d'adaptation face à la baisse de fertilité des sols, n'est pas la même suivant la catégorie des exploitants agricoles. Les gros producteurs exploitent les terres agricoles pendant 10 et font une jachère de 7 ans avant de reprendre la mise en culture de la terre. Quant aux moyens et petits exploitants agricoles, le temps d'exploitation des terres agricoles est de 15 ans en moyenne pour seulement 5 années de mise en jachère. En effet, 90 % des gros exploitants disposent de plus de 20 hectares de terres cultivables et 45 % de ces gros exploitants affirment ne pas mettre toutes leurs terres agricoles en culture en même temps. Donc pendant qu'une partie des terres est mise en exploitation, la seconde partie est au repos et vis-versa. Ce faisant, les gros exploitants agricoles à l'unanimité, affirment, à travers cette jachère, reconstituer la fertilité de leur terre.

Cette affirmation des producteurs sont conformes aux résultats des travaux de Masse (2007) selon lesquels la restauration de la fertilité, par la jachère naturelle est favorisée par le développement de la biomasse végétale et l'activité biologique et que ces deux indicateurs atteignent un niveau relativement stable après une durée optimale de jachère naturelle située entre six et dix ans.

Par contre chez les moyens et petits exploitants, avant de mettre une terre en jachère, ils louent une autre terre agricole pour le temps que dure la jachère de leur ancien champ. C'est ce qui fait que la durée de jachère est réduite et le temps d'exploitation est long chez les petits et moyens producteurs. La conséquence est que cette jachère de courte durée n'assure pas une parfaite restauration de la fertilité des sols avant leur mise en culture.

6.1.1.2- Billonnage

Les paysans cherchent tous les moyens pour maintenir ou améliorer la fertilité des sols qu'ils exploitent. L'un de ces moyens est le billonnage. En effet, 90 % des paysans procèdent au billonnage quand ils commencent par sentir la baisse des rendements sur les sols. Le billonnage permet un retournement de la terre et l'enfouissement de toute végétation en surface et de tout débris végétal. Une terre agricole qui est laissée à une jachère de 05 ans ne nécessite plus des billons pour un meilleur rendement. Mais lorsque le rendement commence à baisser, ce sont les billons qui sont faits et qui permettent de remuer le sol et augmenter la quantité de matière organique utilisable par la plante. Dans ce processus de billonnage, 75 % des paysans retournent la terre avec les végétaux coupés sur les champs afin que leur dégradation fertilise le sol (Photo 11).



Photo 11 : Technique de billonnage pour fertiliser le sol à Agbomahan
***Prise de vue* :** Hounkanrin B., avril 2014

La photo 11 montre un paysan qui laboure sa terre sans y avoir brulé les végétaux. Cette pratique est aujourd'hui en vogue dans la Commune de Bonou suite aux sensibilisations des agents du Secteur Communal pour le Développement Agricole (SCDA-Bonou). En effet, au regard des dégâts qui causent les feux de végétation sur les sols, il est conseillé de ne plus mettre feu aux végétaux coupés lors du défrichage mais plutôt de les retourner dans le sol afin que leur décomposition fertilise le sol. C'est dans cette même logique que, si feu de végétation il doit y avoir, 75 % des paysans ne font plus de gros tas d'herbes à brûler afin de limiter l'impact du feu sur le sol.

Cette stratégie de billonnage est perçue par 65 % des paysans comme étant un facteur qui appauvrit le sol à la longue même si elle permet de restaurer sa fertilité pour quatre à six saisons agricoles. La conséquence est que toute terre bien travaillée pour le billonnage est exposée à l'érosion sans la protection fournie par les débris végétaux, surtout en début de campagne agricole. Ces résultats corroborent ceux de Vlaar (1992) dont les travaux ont abouti aux résultats selon lesquels le billonnage direct favorise l'érosion hydrique et la perte des éléments fertilisants du sol. Stanley (1993) renchérit en affirmant que les débris constituent un paillis qui réduit l'évaporation, l'impact des gouttes de pluie et le ruissellement.

6.1.1.3- Usage des cultures améliorantes

Dans la Commune de Bonou, trois cultures sont faites pour non seulement les besoins alimentaires mais aussi pour la fertilisation des terres après la récolte. Il s'agit du niébé, de l'arachide et du poids d'angole. En effet, 60 % des paysans pratiquent ces cultures sur des terres dont la fertilité baisse afin de contribuer à la régénération de la fertilité des sols. Le rôle du niébé dans la durabilité des systèmes culturaux traditionnels est qu'il restitue la fertilité des sols (Bationo et *al.*, 2000). Le niébé constitue une culture de couverture, de fourrages et d'engrais vert. Par exemple, le poids d'angole (*Cajanus cajan*) est cultivé pour lutter contre *l'Imperata cylindrica* dont le développement sur un sol constitue un signe de déséquilibre chimique du sol. L'*Imperata cylindrica* est une espèce étouffante pour la culture. Ses nombreuses racines absorbent toute la substance nutritive pouvant servir au développement des plantes.

La stratégie qui utilise les cultures améliorantes pour fertiliser les sols a des limites. La principale est que la culture améliorante utilisée ne peut fertiliser ce sol que pour deux saisons agricoles.

6.1.2- Stratégies paysannes face aux rongeurs

Les paysans de la Commune de Bonou développent plusieurs stratégies face aux rongeurs qui détruisent les jeunes plants dès qu'ils poussent ou quand la culture est déjà à maturité. En lieu et place des insecticides pour protéger les jeunes plants contre les rongeurs, 25 % des producteurs adoptent une technique traditionnelle. Cette technique consiste à utiliser les feuilles du neem (*Azadirachta Indica*) et de papayer (*Carica papaya*) pour préparer une solution. La préparation de la solution de *Azadirachta indica* et de *Carica papaya* consiste à chercher des feuilles de neem et de papayer en quantité selon la superficie du champ à traiter. Ces feuilles fraîches sont pilées et mélangées. L'eau est ajoutée au mélange et le tout est

conservé dans une grande bassine pendant 48 h. A ce mélange, s'ajoute un peu de savon local appelé en langue Wémè "kɔtɔ". La solution ainsi obtenue est utilisé pour le traitement phytosanitaire. Mais à peine 15 % des paysans interrogés s'adonnent à cette pratique pour le traitement phytosanitaire. Dès que les jeunes plants sont détruits par les oiseaux ou autres rongeurs, à 100 %, les paysans procèdent au re-semis afin de combler les vides. Cette pratique amène à avoir sur un même champ, des plants de différents âges.

La phase de maturité constitue aussi une phase pendant laquelle le paysan doit faire face à des rongeurs qui détruisent son champ. Face à cette situation, 80 % des paysans fabriquent des épouvantails pour faire fuir les animaux. Ces épouvantails sont installés à des endroits stratégiques pour dissuader les animaux qui confondent souvent ces épouvantails à l'homme. 25 % des paysans louent le service des enfants qui, munis des objets sonores, font du bruit sonore pour effrayer les animaux rongeurs. Ces instants de bruit sonore sont organisés les matins et les soirs, moments privilégiés pour les animaux de chercher soit, leur repas du matin, soit celui du soir avant le coucher. Mais puisqu'il y a des animaux rongeurs qui sont nocturnes, 60 % des paysans posent des pièges pour attraper ces rongeurs nocturnes. Parlant de ces animaux nocturnes qui détruisent les cultures, il faut noter les aulacodes qui, pour atteindre les épis de maïs en hauteur, coupent les tiges de maïs pour parvenir à leur but.

Les rares paysans qui s'adonnent à la culture du riz sont obligés de couvrir leur étendue avec des filets pour empêcher les oiseaux de dévaster leur champ (photo12).



Photo 12 : Champ de riz protégé par des filets pour lutter contre les oiseaux à Agbomahan
***Prise de vue* :** Hounkanrin B., février 2015

La principale limite de cette pratique sur les champs de riz est que les paysans ayant une grande superficie de riz n'arrivent pas à le couvrir entièrement de filet car le filet aussi coûte cher.

Les paysans ayant des champs attenants à une grande forêt qui n'est forcément pas leur propriété installent une haie avec des feuilles de palme. La haie a une certaine hauteur et a des ouvertures à des endroits pour permettre le passage des animaux de la forêt au champ de culture. Mais à chaque ouverture, le paysan pose un piège. Du coup, tout animal qui quitte la forêt pour le champ passe par ses ouvertures et tombe facilement dans le piège. Dans certains cas, c'est dans les brousses ou forêts non loin des espaces de cultures que des paysans vont poser des pièges en suivant les traces des animaux. Ce faisant, ils estiment réduire le nombre de rongeurs qui vont détruire les jeunes plants dans leur champ. Mais les oiseaux rongeurs tels que les tisserins-gendarmes sont des oiseaux face auxquels il est plus difficile de développer des stratégies puisqu'ils ne se posent pas par terre pour tomber dans les pièges. Ceci fait ressortir une des limites dans la lutte contre les ravageurs de cultures. Il existe beaucoup d'autres rongeurs face auxquels les paysans ne peuvent que constater les dégâts.

6.1.3- Stratégies face aux inondations et crues

Les inondations et les crues dans la plaine inondable du fleuve Ouémé constituent le principal casse-tête pour les paysans ayant leur champ à cet endroit. En effet, l'excès des précipitations entraine des inondations dans la plaine inondable du fait de la nature hydromorphe des sols. Ces inondations sont accentuées par les eaux du fleuve Ouémé qui débordent de leur lit et créent la crue. Les paysans ayant installé des parcelles de culture ne pouvant resté insensibles à ces eaux qui détruisent les cultures adoptent plusieurs stratégies. Ces stratégies passent par des aménagements sommaires conçus par les paysans et qui consistent, entre autres en :

- la confection de gros et larges billons et/ou de grosses buttes disposées en quinconce de manière à ralentir l'action érosive de l'eau pendant la crue. Plus de 80 % des paysans adoptent cette stratégie dans la dépression ;
- la disposition spatiale des cultures autour des buttes par la technique d'association des cultures. La patate douce, par exemple, peu exigeante en eau est placée au sommet des buttes. Cette position permet d'éviter le pourrissement des tubercules lors des inondations. Le maïs, le manioc sont mis au sommet des gros billons ou sur le flanc des buttes. Le riz qui est exigeant en eau est semé et transplanté dans les sillons.
- l'ouverture des canaux pour le drainage de l'eau pendant les inondations. Cette pratique est adoptée par 95 % des paysans pour sauver les cultures. (planche 5).



Planche 5 : Drains réalisés pour l'évacuation du surplus d'eau à Asrossa
***Prise de vue* :** Hounkanrin B., juin 2014

Les drains sont réalisés dans les champs quand, pendant que les cultures ne sont pas encore à maturité, on enrégistre des inondations dans les champs. Ils sont réalisés suivant la pente et permettent d'évacuer l'eau des parcelles de culture. La présence d'eau sur les parcelles de cultures favorise l'éclosion des insectes et autres parasites nuisibles aux cultures.

La solution la plus préconisée par plus de 90 % des paysans interrogés est la récolte précoce. En effet, les récoltes précoces réduisent le risque d'attaque, la récolte intervenant avant que les populations d'insectes ne soient trop importantes. Dans la Commune de Bonou et surtout dans la plaine d'inondation, les charançons sont moins nombreux (notamment en juillet-août). Une culture dont la phase de tubérisation- récolte intervient pendant cette période sera moins soumise à la pression du parasite. Cela correspond en gros à un semis dans le mois d'avril. Or, les variations climatiques imposent parfois aux paysans le semis dans le mois de mai et ces cultures sont plus vulnérables aux insectes et autres nuisibles.

La limite de cette stratégie est qu'elle se révèle inefficace face aux crues qui les surplantent et détruisent les cultures. Et face aux nuisibles qui se développent avec l'excès d'eau dans les parcelles de culture, la strétagie adoptée ne permet pas aux paysans de maximiser la production. Plus de 80 % des paysans vendent, à vil prix, le maïs à l'état frais plutôt que de le récolter sec, le conserver pour les besoins alimentaires et peut-être aussi pour la commercialisation.

6.1.4- Stratégies paysannes après le retrait des eaux de crue

Les paysans de la Commune de Bonou ont besoin d'eau pour la mise en valeur des terres inondables après le retrait des eaux. La culture de contre-saison se fait seulement après le retrait des eaux des parcelles de cultures. Mais la texture argileuse des sols hydromorphes fait que quelques semaines après le retrait des eaux, les sols s'assèchent totalement rendant difficile la mise en culture des champs. C'est pour contourner cet assèchement total des sols que plus de 90 % des paysans s'adonnent à la construction de casiers (ou enclos) avec des diguettes suivant ou non des courbes de niveaux (photo13).



Photo 13 : Construction des casiers avec diguette à Gboa
***Prise de vue* :** Hounkanrin B., décembre 2014

La pratique de construction de casier avec diguette présentée sur la photo 13 est très répandue dans la plaine d'inondation et permet de contenir l'eau sur la parcelle pour la culture de contre-saison. Dans le but de réduire la perte d'éléments nutritifs, les paysans confectionnent les banquettes, qui sont des bandes de terres construites en suivant approximativement la courbe de niveau afin d'intercepter l'eau de ruissèlement le long de la pente. Elles freinent les eaux de ruissellement qui, à des vitesses importantes, entaillent profondément le sol (Couper, 1993). Mais cette stratégie ne permet nullement de garder l'eau pendant longtemps sur les sols car par infiltration, l'eau peut s'assécher. Cependant, les paysans les plus nantis utilisent les motopompes pour irriguer les parcelles à mettre en culture avant le semis (planche 6).

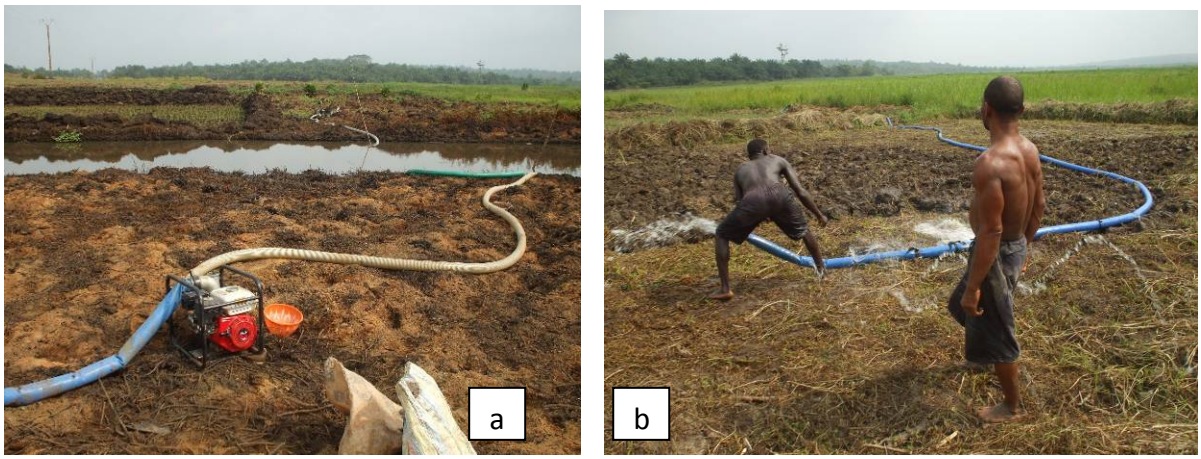

Planche 6: Stratégie d'apport d'eau par motopompe sur les parcelles à cultiver
***Prise de vue* :** Hounkanrin B., novembre 2013

La photo a de la planche 6 montre une motopompe et le cours d'eau d'où l'eau est pompée vers les parcelles de culture. Sur la photo b de la planche, on voit un paysan qui manipule le tuyau d'eau pour répandre cette eau sur le sol afin de faciliter le labour sur cette terre. Mais tous les paysans n'ont pas les moyens de s'approvisionner une motopompe. Seulement 25 % des paysans disposent d'une motopompe et sont généralement ceux ayant une importante superficie à mettre en valeur dans la plaine. Ceux ayant de petites superficies, environ 400m² à 800 m² apportent de façon manuelle l'eau au sol avant le labour. C'est d'ailleurs pour cette raison que les champs de décrue sont installés non loin du fleuve Ouémé ou de ses affluents afin de réduire la distance pour prendre l'eau (photo 14).



Photo 14: Séance d'arrosage du sol avant labour à Atchonsa
***Prise de vue* :** Hounkanrin B., décembre 2012

Sur la photo 14, on constate que les champs sont installés non loin d'un point d'eau et que les paysans se servent de cette eau pour mouiller le sol avant le labour. Cette pratique est possible du fait que les superficies emblavées sont de petites tailles.

La limite à cette stratégie est que, après le semis, la culture a encore besoin d'eau en fonction avec le stade de développement pour un bon rendement. Ce dispositif ne permet pas l'arrosage des cultures après le semis alors qu'un système d'irrigation approprié aurait permis d'apporter de l'eau sur les champs en temps voulu.

6.1.5- Stratégies paysannes face à l'enherbement

L'enherbement est un souci majeur pour tous les paysans en général et pour ceux ayant leur champ dans la plaine d'inondation en particulier. En effet, sur le plateau, un champ de maïs nécessite un sarclage qui intervient à la fin du premier mois après le semis. Sur ces sols, un champ de manioc, compte tenu de son cycle de développement plus long, nécessite deux sarclages avant la récolte. Mais dans la plaine, l'enherbement est plus rapide au point où le paysan fait au moins deux sarclages dans un champ de maïs avant la récolte. Un champ de manioc dans la plaine d'inondation a besoin de trois sarclages avant la récolte. Les cultures maraichères qui interviennent souvent dans la plaine d'inondation après le retrait des eaux de crue exigent plusieurs sarclages afin de faciliter le suivi et la récolte des produits. Or, les techniques traditionnelles imposent la houe aux paysans pour le sarclage qui se fait souvent sous la pluie ou sous le chaud soleil.

La limite de cette stratégie est que son caractère traditionnel exige du paysan une main-d'œuvre agricole qui se raréfie dans la Commune.

6.1.6- Stratégies paysannes face au réchauffement climatique

Le réchauffement climatique est un phénomène qui a des impacts non seulement sur l'homme mais aussi sur ses activités. Dans la Commune de Bonou où les activités agricoles occupent la majeure partie de la population, le réchauffement climatique est plus ressenti au cours de ces activités. Face aux rayons solaires qui deviennent insupportables déjà à partir de 11h pour plus de 55 % des paysans, des stratégies sont adoptées. Pendant la saison agricole, 75 % des paysans se réveillent très tôt pour aller au champ afin de pouvoir faire une bonne partie du travail à faire avant que les rayons solaires ne deviennent insupportables. Pour les paysans qui ont leur champ très distants de leur domicile, ils érigent un abri (planche 7) où ils se reposent

pendant que le soleil est au zénith afin de pouvoir reprendre le travail aux environs de 16 h jusqu'à la tombée de la nuit avant de retourner à la maison.



Planche 7: Abris de fortune fabriqués par les paysans dans les champs
Prise de vues : Hounkanrin B., mai 2013

Sur la planche 7, on a deux abris de fortune érigés de différentes manières par les paysans pour leur repos en temps de soleil ardent ou de pluies lorsqu'ils sont au champ. Cependant, 45 % des paysans interrogés affirment qu'ils utilisent des chapeaux de forme circulaire et larges pour se protéger contre les rayonnements solaires tandis que 15 % de ces paysans utilisent des branchages de palmier pour se couvrir le dos pendant les forts rayonnements solaires (photo 15).



Photo 15: Paysan avec branchages de palmier au dos pour se protéger contre le soleil
***Prise de vue* :** Hounkanrin B., mai 2013

La photo 15 montre une des stratégies utilisées par les paysans pour se protéger contre les ardents rayonnements solaires. Ce paysan est en train de sarcler un champ d'arachide

sérieusement enherbé. Les branchages sont attachés contre le paysan par ses nervures et servent à atténuer les effets des rayons solaires sur lui.

La limite de ces stratégies est que les branches de palmier ou les chapeaux ne protègent pas à 100 % contre les rayons solaires mais les abris de fortune permettent aux paysans de se mettre à l'abri des rayons solaires. Pour 75 % des paysans interrogés, ce ne sont pas seulement les rayons solaires qui empêchent le travail mais aussi l'ambiance bioclimatique créé par les forts rayonnements solaires. Tout se passe ainsi à cause du caractère traditionnel de l'agriculture béninoise.

6.1.5- Stratégies paysannes face à la raréfaction de la main-d'œuvre agricole

La main-d'œuvre agricole se raréfie de jour en jour dans la Commune de Bonou pour plusieurs raisons évoquées supra. Face à cette situation et au regard des enjeux que représente la production agricole, 45 % des paysans interrogés se constituent en de petits regroupements de tailles variables appelés en langue Wémè « adjɔlo ». C'est une stratégie qui permet aux paysans d'emblaver en un temps record, leur champ pour répondre aux exigences climatiques face à une agriculture toujours pluviale dans la Commune. C'est aussi un système souple qui permet à chaque paysan membre du club « adjɔlo » de retourner dans son propre champ dans l'après-midi, la plupart du travail en association se faisant dans la matinée. L'accueil de la main-d'œuvre en provenance des autres Communes se fait également pour pallier la raréfaction de la main-d'œuvre agricole dans la Commune de Bonou.

Cette stratégie a l'avantage d'accélérer les travaux champêtres en temps réels dans la saison agricole et permet aussi de pallier, un tant soit peu, la faible mécanisation agricole dans la Commune de Bonou.

6.2- Techniques exogènes de restauration et du maintien de la fertilité des sols

Les techniques exogènes de mise en valeur des vallées regroupent les expériences faites par d'autres acteurs dans le domaine agricole et qui ont contribué à améliorer les rendements agricoles ou à lutter contre l'érosion du sol. Les techniques dont il s'agit visent un accroissement des réserves organiques du sol, la matière organique du sol méritant d'être particulièrement conservée car elle est un élément essentiel et indispensable pour la fertilité du sol. Selon Igué (1995), la matière organique permet le stockage de l'eau et des éléments nutritifs, entretient l'activité biologique et les propriétés physiques et chimiques favorables. Ces techniques ont trait à l'utilisation de certaines plantes pour réduire ou atténuer les effets

de l'érosion des terres agricoles ou des légumineuses pour restaurer la fertilité des sols. Une culture de légumineuse peut fixer de l'azote atmosphérique par l'activité des bactéries qui vivent en symbiose dans les nodosités radiculaires des plantes légumineuses. Un grand nombre de ces légumineuses assure le maintien de la fertilité des sols de même que la régénération des sols dégradés.

6.2.1- *Mucuna pruriens* (*Pois mascate*)

Pour rendre fertile son sol déjà appauvri après une longue durée d'utilisation, le producteur peut pratiquer le système de culture sous couvert végétal avec le *Mucuna*. Lorsqu'il sème le *Mucuna*, il bénéficie de ses avantages pendant quatre ans. Mais il réplique le système en 4ème année en reprenant un autre semis de *Mucuna*. En effet, le *Mucuna* joue un rôle important dans le système de conservation des sols. Il est un bon fixateur d'azote, protège le sol contre l'érosion et augmente considérablement le rendement des cultures. L'expérience menée sur les terres de barre du sud Bénin par Azontondé (2000), montre que le système *Mucuna*-maïs donne 78,4 % de revenu supplémentaire minimal saisonnier par rapport à la culture traditionnelle (début d'essais), un surplus de bénéfice correspondant à 36 % et 48 % des revenus obtenus dans les systèmes NPK (Azote, Phosphore et Potassium). Le *Mucuna* donne de bonnes teneurs en P, K Ca (calicium) et Mg (magnésium). Des analyses foliaires du *Mucuna* dans différents secteurs d'études réalisés par Igué (1996) ont donné des résultats intéressants. En effet, l'observation des résultats de Igué (1996) permet de conclure qu'avec l'utilisation du *Mucuna*, le rendement en maïs a presque doublé et est passé de 1540 Kg/ha à 2940 Kg/ha. De même, Azontondé (1993) a montré que le *Mucuna* a permis une augmentation importante du rendement qui a subi un accroissement de près de 90 % la première année de *Mucuna*, à un accroissement de 33 % la deuxième année. Le taux de la matière organique a subi également un relèvement annuel de près de 30 %. L'effet du *Mucuna* se traduit par la présence d'une litière fragmentée, une forte activité dans l'horizon de surface ou humifère. Il résulte une structure grumeleuse et une forte macroporosité apparente conduisant à une humidité en surface plus élevée.

Le système *Mucuna*-maïs est performant et peut être véritablement utile à la conservation des sols, la réduction de la dégradation des sols et la réduction de l'insécurité alimentaire. Le processus technique proposé est la suivante :

- faire le labour du champ après le fauchage de mauvaises herbes, conserver sur place la biomasse facile à enfouir et labourer la terre par billonnage ou procéder au grattage du sol par sarclage ;
- semer le maïs et faire le re-semis en cas de mauvaise levée. Le premier sarclage du maïs intervient au stade de 3 à 4 feuilles et l'épandage de l'engrais NPK de fond se fait au stade de 3 à 4 feuilles et à la dose variant entre 100 et 150 Kg/ha suivant le degré de pauvreté du sol. L'épandage de l'engrais urée de couverture est fait un peu avant l'apparition des fleurs mâles à une dose de 50 Kg/ha généralement ;
- Semer le *Mucuna* en fin d'épiaison du maïs, ceci permettra d'avoir un développement végétatif du *Mucuna* sur au moins 6 mois. Le *Mucuna* est semé entre les pieds du maïs et à la même densité que le maïs (2 ou 3 graines de *Mucuna* semé par poquet) ;
- sarcler le champ au plus tard deux semaines après le semis du *Mucuna* pour permettre au *Mucuna* de surplanter les mauvaises herbes. Ce sarclage est fait avec soin en évitant de couper les tiges fragiles des jeunes pousses de *Mucuna* ;
- récolter le maïs, courber et casser les tiges de maïs à mi-hauteur ; cette pratique favorise un étalement maximum de la biomasse verte de *Mucuna* qui couvre bien le sol ;
- récolter des gousses de *Mucuna* à bonne maturité pour disposer de la semence en vue de reproduire la technique sur une autre parcelle l'an qui suit. Deux à trois passages de récolte sont parfois nécessaires. Une récolte tardive n'est pas indiquée à cause des gousses de *Mucuna* qui s'éclatent, rendant difficile le ramassage. Les gousses sont ensuite débarrassées de leurs graines et ces dernières sont conservées dans des endroits secs et propres ;
- faucher le mois suivant les repousses ligneuses de *Mucuna* restées vivantes. Le paillis de *Mucuna* est conservé sur place dans le champ. Le brûlis est déconseillé ;
- semer directement la culture de son choix principalement le maïs sous paillis sur ligne travaillée. Les engrais de fond sont épandus à une dose économique d'un sac de 50 Kg d'engrais de NPK/ha sur les jeunes plants de maïs au stade de 2 à 3 feuilles. Le fauchage ou l'arrachage des mauvaises herbes intervient très tard à cause du paillis de *Mucuna* qui maintient la parcelle propre. L'épandage d'urée est fait juste avant l'apparition des premières fleurs mâles avec la dose variable de 20 à 50 Kg/ha.

Des expériences effectuées dans le département du Zou-Collines par les mêmes auteurs ont montré qu'on peut semer directement la culture de son choix lorsque le *Mucuna* n'est pas

fauché c'est-à-dire avec paillis. Dans ce cas, les avantages sont encore plus énormes. En général, le *Mucuna* a pour avantages : le bon contrôle du chiendent, l'économie pour les labours, les semis interviennent à bonne date à cause de la suppression du temps de labours, la réduction de dépenses (sarclage rare), la conservation de l'humidité du sol, la protection du sol contre l'érosion éolienne et hydrique. Le plus important de ces avantages est la conservation de la fertilité des terres sous culture. Le *Mucuna* permet de fertiliser un sol appauvri sans pour autant utiliser les intrants chimiques dans les activités agricoles.

Au regard de ces multiples avantages du *Mucuna* pour les cultures, son adoption par les paysans de la Commune de Bonou pourrait les aider à faire face au problème de baisse continue de la fertilité des sols.

6.2.2- Utilisation du *Stylosanthes guineensis* (Palmier doum)

Le *Stylosanthes* est utile pour relever la fertilité des sols très pauvres sur lesquels même l'application d'une très grande quantité d'engrais minéral, ne relèvent plus leur fertilité et les champs envahis par des mauvaises herbes et des repousses ligneuses. Il accroit sensiblement le rendement de toutes les cultures principalement les tubercules et est très bon pour le manioc. L'itinéraire technique pour l'adoption de cette légumineuse est indiqué par l'exemple du maïs:

- après le fauchage des mauvaises herbes et le brûlis sélectif des débris encombrants, labourer la terre par billonnage ou procéder au grattage du sol par le sarclage;
- semer du maïs et faire un re-semis éventuel du maïs en cas de mauvaise levée. Le premier sarclage intervient au stade de 3 à 4 feuilles et à la dose variant entre 100 et 150 Kg/ha suivant le niveau de pauvreté du sol ;
- semer le *Stylosanthes guineensis* au plus tard 2 semaines après le semis du maïs (la semence se fait une ligne sur trois) ;
- sarcler le champ au plus tard deux semaines après la levée de *Stylosanthes*. Cela favorise une bonne croissance de cette plante. Plusieurs sarclages sont également nécessaires ;
- sarcler en début de saison pluvieuse, faucher les plants de *Stylosanthes* tout en laissant sur pieds des plants d'une hauteur de 15 à 20 cm. Cet habillage favorise les repousses du *Stylosanthes*. Les billons centraux ainsi dégagés reçoivent les semis des cultures annuelles ou saisonnières ;

- faire le travail minimum en cultivant la culture de son choix sur paillis sur lignes travaillées ; une culture est mise en place sur les deux lignes libres qui se trouvent au milieu de deux lignes de *Stylosanthes*. La culture ou la plantation de son choix est mise en place sur les lignes travaillées par la méthode de travail minimum ou semer directement sans travail minimum quand le sol est suffisamment ameubli sous pallis de *Stylosanthes* en confectionnant des ronds au niveau des poquets. Ces ronds facilitent la levée de la culture quand la biomasse est très abondante. Sur le sol ameubli, on peut également semer à l'aide d'une canne planteuse. Dans le cas du maïs, il faut éviter de semer sous un paillis abondant car cela entrave la levée des jeunes pousses de maïs. L'épandage d'engrais de fond et de l'urée est fait aux stades indiqués dans le cas du maïs et dans les proportions : 50 kg d'engrais NPK/ha et par la suite 50 kg d'urée/ha comme engrais de couverture. Le sarclage ou l'arrachage simple des mauvaises herbes intervient dans un champ peu enherbé avec un maïs en début d'épiaison lorsqu'il s'agit de cette culture. Dans tous les cas, le sarclage proprement intervient tardivement à cause du paillis de *Stylosanthes* qui a maintenu la parcelle propre.

Les rendements connaissent une amélioration sensible parfois du simple au triple à la récolte. Il s'en suit un bon contrôle de mauvaises herbes et des repousses ligneuses. Pour rehausser la fertilité de son sol de façon durable, les paysans peuvent recourir au système de rotation culturale intégrant le *Stylosanthes* surtout dans des rotations intégrant le manioc. La rotation maïs-arachide-manioc pourrait intégrer la culture du *Stylosanthes* pour un double avantage :

- amélioration des rendements de maïs et du manioc en termes de rendement ;
- au terme de l'application du système, les caractéristiques physiques et chimiques du sol sont améliorées.

Il faut remarquer que les deux premières années sont les périodes d'installation du *Stylosanthes* avant que les cultures de maïs et manioc sur lesquelles on veut mesurer l'effet d'amélioration de fertilité ne soient installées sous paillis en troisième année. Les cultures de maïs et d'arachide installées au début sont réalisées pour que l'agriculteur puisse trouver un peu de revenu monétaire. Une amélioration de rendement n'est pas espérée pendant ce temps car il s'agit d'un sol pauvre en régénération. Les effets d'amélioration de rendement continuent jusqu'en quatrième année. En cinquième année, on reprend à nouveau le système, mais la structure et la fertilité ont évolué déjà et on peut espérer alors une augmentation de

rendement de maïs et d'arachide. La répétition du système permettra de parvenir à court et moyen terme à une restauration de la fertilité qu'il faudra entretenir durablement.

Un tel système dans la Commune de Bonou permettrait aux paysans travaillant sur les terres du plateau d'améliorer significativement la fertilité des sols pour des rendements meilleurs.

6.2.3- Utilisation de *Aeschynomene histrix* (Nélitte d'Inde ou fourrage)

Aeschynomene histrix est une légumineuse qui joue un rôle important dans la régénération de la fertilité des sols surtout sous culture de l'arachide mais sous une condition d'enfouissement. *Aeschynomene histrix* comme précédent cultural a donné de bons rendements en maïs grain à la station d'Agonkanmey et dans le département du Zou-Collines (Atropo, 2003). L'introduction de *Aeschynomene histrix* sur les cultures associées comme maïs-manioc améliore le rendement en maïs de 16 % comparativement à l'apport de fumure minérale seule qui a augmenté ce rendement de 1,2 %. Pour l'expérimentation, l'itinéraire technique est illustré avec le maïs:

- labourer le champ par billonnage après le fauchage des mauvaises herbes, conserver sur place la biomasse facile à enfouir ou procéder au grattage du sol par sarclage ;
- semer le maïs et faire le re-semis en cas de mauvaise levée ;
- faire le sarclage du maïs au stade de 3 à 4 feuilles et l'épandage d'engrais NPK de fond à la dose variant entre 100 et 150 kg/ha suivant l'état de pauvreté du sol.

Pour réussir le système de culture sous couverture végétale avec *Aeschynomene*, il faut:

- semer l'*Aeschynomene* 2 à 3 semaines après le semis du maïs pour permettre à la légumineuse de s'étaler sous un maïs ayant peu d'ombrage ;
- sarcler le champ pour éviter que les mauvaises herbes n'étouffent le développement de l'*Aeschynomene* ;
- l'épandage d'engrais urée de couverture à 50 kg/ha intervient un peu avant l'apparition des fleurs mâles ;
- récolter le maïs, faucher des pieds de maïs et les aligner entre les lignes des plans de *Aeschynomene* ; cette pratique facilite la récolte de *Aeschynomene* à maturité;
- récolter les graines de *Aeschynomene* à bonne maturité pour disposer de semences en vue de récolter la technique sur une parcelle, souvent à 3 passages de récoltes sont parfois nécessaires. La récolte tardive entraîne la chute et la perte des graines. Les graines sont conservées à des endroits propres et secs ;

- faucher et arracher les plants de *Aeschynomene* des premières pluies. Le paysan aligne la biomasse dans les billons ou choisit d'enfouir une partie par billonnage. Cette pratique est très indiquée pour la culture d'arachide. Sans enfouissement, l'aspect buissonnant gêne l'arachide. C'est pourquoi, le semis de l'arachide est préféré sur un champ d'*Aeschynomene* enfoui. En cas de billonnage, les plants de *Aeschynomene* à enfouir sont arrachés au fur et à mesure du labour. Il est déconseillé de les arracher et de les laisser sur plusieurs jours. Dans ce cas, les tiges se courbent et le labour est difficile. Quand la biomasse est trop abondante, il est conseillé de mettre les surplus sur les parcelles adjacentes ou nourrir les animaux avec ce surplus. Ensuite, il faut installer un pare-feu pour conserver le paillis sur place et empêcher tout brûlis de la biomasse produite ;
- adopter les techniques de travail minimum pour semer les cultures choisies en début de la saison culturale. Les graines des cultures sont semées directement sous paillis sur lignes travaillées ;
- faire l'épandage d'engrais à une dose réduite.

Cette technique permet d'obtenir de bonnes et abondantes récoltes des cultures. Les rendements connaissent une amélioration sensible parfois du double au triple. Comme autres avantages de cette technique, on a un bon contrôle des mauvaises herbes peu érigées ou de tailles courtes, une réduction des dépenses pour les labours, un champ restant longtemps propre, une réduction conséquente du nombre de sarclage et une réduction des dépenses dans les achats de quantités importantes de fumures minérales.

6.2.4- Utilisation de *Acacia auriculiformis* (Acacia)

En agriculture, on peut utiliser la litière provenant de la plantation d'Acacia séparée des aires de cultures vivrières pour limiter les contraintes liées à la gestion des arbustes. Il s'agit d'une pratique facile à apprendre. Selon Akakpo et Allagbé, (2004), au début de la saison, les arbres (ou espèces végétales) sont émondés à 1 m environ de hauteur et les émondes sont disposées en paillis uniformément sur la parcelle. Les branches sont retirées pour servir de bois de feu. Cela a un impact significatif sur les rendements moyens du maïs la première année de gestion. Il a été également noté une stabilité de la structure du sol et l'augmentation du taux de la matière organique.

Dans la Commune de Bonou, environ 20 % des paysans plantent l'espèce *Acacia auriculiformis* sur les terres du plateau mais par pour les mêmes objectifs. Il s'agit d'une

espèce qui est beaucoup recherchée pour les travaux de menuiserie et donc procure beaucoup d'intérêts financiers aux producteurs. Or, l'espèce peut servir à réaliser la litière pour limiter les contraintes liées à la gestion des arbustes.

6.3- Perspectives agricoles dans la Commune de Bonou

Dans les perspectives agricoles, des suggestions d'options d'aménagement de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou sont faites et les scénarii pour le futur de l'agriculture sont présentés. Mais il faut noter que ces scénarii tiennent compte des travaux de réalisation du barrage hydroélectrique de Dogo-bis à la hauteur de la Commune de Kétou.

6.3.1- Perspectives à la levée des contraintes biophysiques

En vue de lever les contraintes biophysiques à la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé, un certain nombre de solutions techniques peuvent être préconisées à travers des aménagements modernes. Ce type d'aménagement doit être rigoureusement adapté à la fois aux motivations exprimées par les paysans et à leur degré d'évolution agricole. Pour le concevoir, on doit prendre en compte trois (03) sources d'eau : la gestion de la nappe, le contrôle des crues et éventuellement l'utilisation des cours d'eau pour une irrigation de complément (Delville et Boucher, 1996). Cette solution doit viser la maîtrise plus ou moins complète de l'eau, la répartition de l'eau sur le site aménagé, l'optimisation du drainage des eaux de crue. Ceci permettra d'éviter les pertes d'eau et de minimiser les effets néfastes d'une sécheresse au cours de la saison culturale et favorisera les cultures de contre-saison. Ces ouvrages font intervenir des ouvrages de stockage plus importants avec un système de répartition de l'eau par des canaux d'irrigation et des ouvrages de protection contre les crues. Ces ouvrages sont beaucoup plus coûteux à l'hectare, nécessitent des études très approfondies, une bonne technicité hydraulique des agriculteurs et une bonne organisation sociale pour le contrôle des niveaux d'eau sur l'ensemble du périmètre irrigué, l'entretien des ouvrages hydrauliques et le suivi de leur exploitation.

Les ouvrages les plus simples, digues en terre, fournissent un premier niveau de sécurisation, l'alimentation hydrique des cultures restant dépendante des conditions climatiques et pédologiques locales. Selon Flenon (1999), il existe d'autres types d'aménagement, plus élaborés et plus coûteux qui assurent une plus grande sécurisation dans l'alimentation hydrique des cultures et une meilleure protection contre les crues. Ces ouvrages nécessitent des études préalables assez approfondies et une bonne technicité hydraulique pour le contrôle

des niveaux d'eau. Il s'agit du barrage demi souterrain avec digue déversant, des aménagements avec collecteur central, des ouvrages de répartition.

Dans la Vallée du Fleuve Ouémé, la typologie des aménagements hydro-agricoles doit relever à la fois de la taille des périmètres, de la structuration du réseau et de l'équipement. Selon le mode de gestion, trois cas de figures peuvent être envisagés :

- les aménagements structurants qui sont composés entre autres par les adducteurs et par les émissaires. Ce sont des ouvrages hydrauliques communs, dont la gestion revient aux associations paysannes avec un concours financier de l'Etat et des usagers ;
- les périmètres non ou partiellement transférés aux organisations paysannes fédératives et dont les ouvrages d'irrigation et de drainage relèvent encore du service public;
- les périmètres transférés dont la gestion revient intégralement aux unions hydrauliques.

De ce point de vue, on peut alors envisager quatre (04) types d'aménagement hydro-agricole dans la Commune de Bonou. Il s'agit de :

- grands aménagements : superficies aménagées supérieures à 500 ha ;
- aménagements intermédiaires : superficies aménagées comprises entre 100 et 500 ha ;
- périmètres irrigués villageois (PIV) et périmètres irrigués privés (PIP) ;
- petits périmètres irrigués (PPI) : superficies aménagées inferieures à 100 ha.

6.3.1.1- Grands Aménagements

Les grands aménagements sont caractérisés par leur superficie relativement importante. Ce sont les aménagements en maîtrise totale de l'eau. Les composantes de l'aménagement sont :

- une station de pompage fixe, régulée et électrifiée équipée de pompes et d'armoire de commande. Elle peut être simple (irrigation seulement) ou mixte (irrigation et drainage) ;
- un réseau d'irrigation en ligne d'eau haute en terre compactée et comportant des ouvrages d'alimentation, de répartition, de sécurité, de régulation et de franchissement. Ce réseau est composé de canaux principaux, secondaires et tertiaires qui desservent les parcelles ;
- un réseau de drainage primaire et secondaire collectant les eaux de ruissellement des périmètres et les eaux de drainage des parcelles par l'intermédiaire de colatures longeant les parcelles ;

- un réseau de pistes d'accès, de service et d'exploitation permettant l'accès des engins et des exploitants dans les périmètres ;
- un parcellement régulier avec planage pour les parcelles rizicoles;
- un endiguement en terre compactée pour protéger contre les crues;
- des Unités Autonomes d'Irrigation (UAI) de 10, 20, à 30 ha desservies par les prises modulaires.

Cette expérience a été réalisée avec beaucoup de succès dans la vallée du fleuve Sénégal et a permis aux agriculteurs de maîtriser l'eau pour une agriculture à plein temps. Elle pourrait bien répondre aux aspirations des paysans de la vallée de l'Ouémé en général et celles des paysans de la Commune de Bonou en particulier afin de faire de cette vallée, la deuxième vallée la plus riche après le Nil comme on l'entend dire. Mais, un tel aménagement ne peut se faire dans la Commune de Bonou sans des préalables. Avoir plus de 500 ha à aménager pour l'agriculture amène à faire des conciliabules avec les paysans pour les exproprier afin d'avoir l'espace, étant donné qu'au Bénin, la Constitution prévoit que la terre appartient aux collectivités. Se fondant sur l'expérience d'expropriation des terres qu'ils ont connue dans la Commune de Bonou avec la culture du palmier à huile en période révolutionnaire et les conséquences actuelles de cet acte, 85 % des paysans disent ne pas être d'accord pour tout projet agricole qui vise l'expropriation des terres agricoles alors que 15 % des paysans interrogés ont un avis mitigé. Dans ces conditions, pour qu'un tel aménagement intervienne dans la Commune, il serait très important d'installer d'abord un climat de confiance et un système qui profitera plus aux propriétaires terriens dont les terres seront prises pour les grands aménagements. Tous les acteurs doivent être associés à un tel projet pour sa réalisation.

6.3.1.2- Aménagements Intermédiaires

La conception des aménagements intermédiaires résulte de la combinaison des avantages liés aux grands aménagements et aux périmètres irrigués villageois. Ils sont composés de plusieurs Unités Autonomes d'Irrigation (UAI) dont la taille varie entre 20 et 30 ha. Ces unités sont desservies par des canaux tertiaires à travers des prises modulées (modules à masque) sur des canaux principaux ou secondaires. Les tertiaires alimentent les parcelles à partir de siphons. L'irrigation des unités autonomes d'irrigation est faite autour d'eau.

Dans la Commune de Bonou où les terres sont morcelées, les aménagements intermédiaires peuvent se faire pour limiter les problèmes liés aux expropriations de terres agricoles. Mais la

principale raison évoquée par les 85 % des paysans interrogés est relative aux sources de financement des activités prévues dans ce genre d'aménagement.

6.3.1.3- Périmètres Irrigués Villageois (PIV)

Les périmètres irrigués villageois sont conçus dans l'objectif d'équiper plusieurs villages et rapidement. Ce sont des aménagements réalisés de façon très sommaire sur les berges du Fleuve pour la plupart et avec la participation physique des paysans. Ils comportent un groupe motopompe sur bac flottant, ou sur dalle, un réseau d'irrigation ouvert au grader, des parcelles non planées. Ils ont rarement un réseau de drainage et un endiguement. La conception et la mise en œuvre sont proches des aménagements intermédiaires. Ils comportent une station de pompage fixe électrifiée (pompes submersibles) ou un Groupe Motopompe sur bac flottant ou non mais avec un réseau d'irrigation en terre compactée. Le schéma d'aménagement comprend:

- un bassin de dissipation en tête de réseau servant de tampon entre le refoulement et le canal d'amenée qui transite le débit nécessaire pour satisfaire les besoins des cultures ;
- un réseau de canaux principaux et secondaires comportant des ouvrages de régulation et des ouvrages partiteurs pour desservir les tertiaires. ;
- des arroseurs qui alimentent les parcelles à travers des buses PVC ou des siphons;
- des barrages vannés servant à relever le plan d'eau garantissant une charge suffisante pour l'alimentation des parcelles situées en amont ;
- un réseau de colature et de drains de surface permettant l'évacuation des eaux de pluie et de vidange des parcelles ;
- des parcelles planées, des pistes d'exploitation et un endiguement compacté.

La petite taille de ces périmètres et l'absence de régulation dynamique constituent la grande différence avec les aménagements intermédiaires. Ce type d'aménagement attire l'attention de 55 % des paysans de la Commune de Bonou. Il permettra, aux dires de ces paysans, de créer une certaine autonomie et une concurrence entre les différents villages de la Commune en termes d'aménagement hydro-agricole et de production agricole.

6.3.1.4- Périmètres Irrigués Privés (PIP)

Les périmètres irrigués privés ont un modèle de conception similaire avec les périmètres irrigués villageois. Ce sont des périmètres aménagés par des privés organisés en des groupements paysans, notamment les Groupements d'Intérêts Economiques (GIE).

Généralement, ils sont réalisés sur la base d'études très sommaires. Les groupements paysans réussissent mieux lorsqu'ils sont organisés. Cela leur permet de mieux influer sur les politiques gouvernementales; cela les encourage également à devenir plus productifs et à mieux répondre aux besoins du marché (CTA, 2012).

Après explication de ce type d'aménagement aux paysans de la Commune de Bonou, seulement 15 % parmi eux sont d'accord pour aller vers des projets du genre. Il s'agit notamment des paysans ayant des fermes agricoles ou de grandes exploitations agricoles dans la Commune. Dans un pays où le secteur agricole ne bénéficie pas d'assez de subvention de la part de l'Etat central, il serait plus intéressant d'encourager les privés à aller vers ces genres d'aménagement pour lutter contre la faim.

6.3.2-Perspectives à la levée des contraintes socio-économiques

Les difficultés d'accès au crédit agricole étant une contrainte majeure dans la Commune de Bonou, il est indispensable de prendre des mesures pour qu'à la longue, les paysans béninois ne soient plus à la charge du pays mais puissent contribuer au PIB national. Les contraintes socio-économiques peuvent être levées grâce à une assistance financière aux paysans de la vallée et à un accompagnement technique. L'accompagnement financier des paysans peut se faire à travers la mise en place d'un système de financement souple, adapté aux besoins et aux capacités de remboursement des paysans. Ce système d'appui financier doit être accompagné d'une politique performante d'écoulement de la production agricole.

La modernisation de l'agriculture fait ses preuves ailleurs en Afrique et est bien connue par les paysans de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou. Elle fait appel à plusieurs facteurs qui nécessitent un lourd investissement de la part des paysans. Le coût de la main d'œuvre, l'utilisation des herbicides, le coût des intrants agricoles, le coût du transport des récoltes des champs vers les agglomérations constituent des charges énormes pour un pauvre paysan. Le degré de pauvreté des paysans ne leur permet pas de faire efficacement face à ces dépenses et accroître leurs superficies culturales. Du coup, l'envie de mettre en valeur une grande superficie agricole se heurte à un problème économique. Dans la Commune de Bonou et pour plus de 60 % des paysans, les revenus issus de la vente des produits vivriers ne permettent pas actuellement l'augmentation des superficies culturales. De plus, l'utilisation d'intrants agricoles nécessite une meilleure sécurisation de la production que seuls les aménagements hydro-agricoles sont susceptibles de fournir dans la vallée de l'Ouémé.

La réalité aujourd'hui sur le terrain est que bien peu d'aménagements sont conçus pour satisfaire les besoins des usagers. Ils sont plus souvent conçus dans le but de réduire les coûts de la construction (aménagements sommaires) et tiennent peu compte des contraintes d'exploitation. C'est pourquoi les aménagements futurs doivent être conçus dans le but de lever les contraintes d'exploitation et durer dans le temps. Mais ceci ne saurait réussir sans l'implication de tous les acteurs.

6.4- Cadre participatif pour la mise en valeur agricole de la vallée

La gestion des aménagements hydro-agricoles de la vallée de l'Ouémé dans le secteur d'étude doit être menée avec pour toile de fond, le respect du principe de la subsidiarité qui veut que tout problème de gestion soit étudié et résolu au niveau compétent le plus bas possible. Pour y arriver, l'Etat, dans sa politique de mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé, doit associer quatre acteurs clés que sont : les collectivités locales, les élus locaux, les structures déconcentrées et les paysans.

Dans la Commune de Bonou, la terre appartient aux collectivités locales. La mise à disposition de ces terres à des fins agricoles ne serait effective que si ces collectivités sont associées à la mise en place des projets d'aménagements hydro-agricoles. La sensibilisation des collectivités locales pour la mise à disposition des terres agricoles de la vallée ne saurait se passer sans les élus locaux qui ont un grand rôle à y jouer. D'ailleurs, les lois sur la décentralisation au Bénin font des Communes, des acteurs incontournables dans la gestion des ressources naturelles relevant de leurs circonscriptions administratives respectives. De ce point de vue, leurs avis de non objection sont requis pour toute intervention ayant trait à la mise en valeur et à l'exploitation des ressources naturelles. Le rôle des structures déconcentrées telles le Secteur Communal pour le Développement Agricole (SCDA) est de veiller à la mise en œuvre des accords entre le gouvernement, les élus locaux et les collectivités locales sur la gestion des terres agricoles. Mais tout ceci n'a de sens que lorsque les vrais acteurs que constituent les paysans ne sont pas associés du début jusqu'à la fin du processus. A ces acteurs clés s'ajoutent les structures d'intermédiation sociale que sont les associations de développement, les organisations professionnelles des paysans, les ONG et autres acteurs du secteur privé ainsi que les partenaires techniques et financiers. C'est dans une synergie d'action que la mise en valeur agricole de la vallée peut se faire avec des aménagements adéquats. Mais il faut noter qu'il y a des grands risques qui planent sur la culture de décrue et pourraient à la longue hypothéquer cette saison agricole dans la Commune de Bonou.

6.5- Projets de barrages hydro-électriques et impacts sur l'agriculture

Le gouvernement du Bénin a initié des projets de construction de barrages hydro-électriques sur le fleuve Ouémé dont le plus en vue est celui de Dogo-bis qui se situe à la jonction des Communes de Kétou, de Savè et de Dassa. Ce projet hydro-électrique qui vise à fournir de l'énergie électrique aux populations à partir du courant du fleuve Ouémé ne sera pas sans impacts sur l'agriculture en aval du barrage. En effet, la mise en place des équipements nécessaires pour ce barrage va permettre de réguler le flux d'eau qui passe désormais en direction du sud-Bénin où se situe la Commune de Bonou. Or, le surplus d'eau que draine le fleuve Ouémé du nord-Bénin vers le sud du pays est l'une des causes qui engendrent les crues annuelles enregistrées dans les Communes du Sud traversées par le fleuve Ouémé. La mise en place des barrages va empêcher ce surplus d'eau de couler vers le sud-Bénin. La conséquence est que toutes les localités au sud du barrage de Dogo-bis et traversées par le fleuve Ouémé ne vont plus connaître les crues annuelles autrefois enregistrées et dont le retrait des eaux favorise l'agriculture de décrue. Comme l'a démontré Assani (2002), la réduction du transport de sédiments et de nutriments à l'aval des barrages a des impacts sur la morphologie du chenal du fleuve, la plaine d'inondation et le delta côtier. Ce même auteur a démontré qu'en amont d'un barrage hydro-électrique, l'écoulement représente plus de 50 % de l'écoulement total annuel mais en aval du barrage, cette proportion est réduite autour de 20 %.

Sur le plan environnemental, on assistera à la dégradation des zones humides de la Commune de Bonou comme pour toutes les autres Communes en aval du barrage. Les conséquences sur l'environnement ont aussi un impact sur les riverains. Une grande partie des activités humaines dépendent des cycles des crues ou encore des forêts (qui se sont développées grâce au fleuve Ouémé et en dépendent) : la pèche, l'agriculture, l'élevage, l'exploitation forestière. Or, le barrage, une fois réalisé, va réduire l'eau passant dans la basse vallée de l'Ouémé, ce qui va causer un assèchement rapide, et à long terme, peut provoquer une désertification des terres de la basse vallée de l'Ouémé. La réduction d'eau passant en aval du barrage va provoquer la transformation des écosystèmes et entraîner la disparition de certaines espèces animales et végétales. Au sujet des activités agricoles, la construction du barrage va mettre fin aux cultures de décrue. Mais bien que les cultures de décrue ne soient plus possibles avec la réalisation du barrage Dogo-bis, ce dernier présente tout de même, des atouts pour les paysans de la Commune de Bonou.

Dans un premier temps, la réalisation du barrage hydroélectrique de Dogo-bis est une opportunité pour les activités agricoles dans la Commune de Bonou. En effet, le

fonctionnement du barrage hydroélectrique influencera le régime hydrologique du fleuve Ouémé. L'écoulement qui deviendra permanent en aval du barrage sera l'une des conséquences positives de la construction du barrage, ce qui permettra une bonification agricole des terres jadis marécageuses. La dégradation des zones humides va libérer de nouvelles terres agricoles aux paysans de la Commune de Bonou. C'est dire donc que la recherche de nouvelles terres agricoles va amener les paysans de la Commune de Bonou à se ruer sur les terres autrefois marécageuses pour leur mise en valeur agricole.

Dans un second temps, désormais dans la Commune de Bonou, les crues annuelles qui créaient des dommages aux cultures ne seront plus enregistrées après la réalisation des travaux du barrage hydroélectrique de Dogo-bis. Grâce à un système d'irrigation, les paysans pourront alors pratiquer les cultures de la première grande saison agricole (du mois d'avril) de l'année sans craindre le risque récurent des crues annuelles qui survenaient déjà en juin ou juillet. A ce sujet, Ago et *al.*, (2005) ont démontré que, après le barrage de Nangbéto sur le fleuve Mono, la superficie totale emblavée dans les trois communes en aval du barrage a connu une augmentation de 145% et a constamment évolué par la suite. Ces auteurs ont conclu que cette augmentation subite des superficies emblavées observée après la construction du barrage témoigne de la rapide mise en valeur des terres jadis menacées par le risque récurrent d'inondation.

Il importe de noter que les inondations des espaces agricoles dans la Commune qui ne sont pas que du fait du débordement des eaux du fleuve Ouémé (crue) vont continuer à s'observer mais n'auront plus les mêmes importances. La Commune va continuer à enregistrer des inondations dues aux fortes pluies enregistrées au mois de juin mais qui ne durent pas dans le temps. De même, les lâchées d'eau au niveau du barrage peuvent entraîner par moments, des crues temporaires dans les Communes traversées en aval par le fleuve Ouémé. Une inquiétude existe tout de même et est relative à la fertilisation naturelle des terres de la dépression qui autrefois était assurée par les éléments minéraux transportés depuis le nord-Bénin par les eaux du fleuve Ouémé et qui sont déversés dans les espaces de cultures par le phénomène de crue. Dans un contexte où l'écoulement sera désormais contrôlé et que les effets des crues en aval du barrage seront anéanties, la grande richesse des terres agricoles de la basse vallée de l'Ouémé proclamée pourrait être remise en cause. Au regard de tout ce qui précède, des scénarii se dégagent pour les perspectives agricoles dans la Commune de Bonou.

6.6- Scénarii à la mise en valeur agricole de la vallée

Les scénarii sont des situations prévisionnelles dans lesquelles les acteurs directs de la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou pourraient se trouver. La planification par scénario ne donne pas une image précise de l'environnement futur de la mise en valeur agricole de la vallée, mais elle permet de formuler des propositions d'options stratégiques qui sont des pistes d'actions pour anticiper sur l'évolution possible du contexte (caractérisé par les forces motrices). C'est de ce point de vue que trois scénarii sont envisagés dans la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou : le scénario pessimiste « Wahala », le scénario « histoire continue » et le scénario optimiste « Fifa ».

6.6.1- Scénario Pessimiste « Wahala »

La situation actuelle très peu reluisante de la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou amène à imaginer un avenir qui pourrait être désastreux pour les paysans de la localité si rien n'est fait. Le scénario Pessimiste « Wahala » désigne alors un avenir sombre pour la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou. Ce scénario est fondé sur des postulats :

- croissance exponentielle de la population et donc plus de bouches à nourrir ;
- augmentation des actifs agricoles dans la Commune de Bonou ;
- forte pression sur les terres agricoles ;
- baisse drastique de la fertilité des sols ;
- baisse des rendements agricoles ;
- absence de barrage hydroélectrique sur le fleuve Ouémé ;
- crue annuelle de plus en plus dévastatrice des cultures ;
- multiplication des ravageurs de cultures ;
- poche d'insécurité alimentaire dans une vallée dite deuxième vallée la plus riche au monde après le Nil.

Si tous ces postulats arrivaient à être effectifs dans la Commune de Bonou, les conséquences seront ressenties dans tout le département et cela aura des répercussions sur la disponibilité des produits vivriers dans le Sud-Bénin.

6.6.2- Scénario Histoire continue

L'exploitation agricole actuelle de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou se fait selon les moyens dont dispose chaque agriculteur et non selon les potentialités du milieu. Le maintien de cette tendance actuelle fait penser à un scénario nommé ‘'Histoire continue''. Les postulats de ce scénario sont :

- persistance dans une agriculture pluviale;
- agriculture traditionnelle utilisant les moyens archaïques ;
- aménagements sommaires par endroits ;
- lutte archaïque contre les adventices et les ravageurs ;
- faible utilisation d'intrants agricoles ;
- évolution en dents de scie des rendements.

Cette tendance actuelle dans la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou pourrait se maintenir dans le futur si aucune mesure n'est prise pour changer la tendance.

6.6.3- Scénario Optimiste/Fifa

La volonté manifeste de tous les acteurs du monde agricole de voir la vallée de l'Ouémé devenir un lieu privilégié pour une agriculture intensive afin de faire de cette vallée, le grenier des produits agricoles du Bénin et de la Sous-région. C'est à travers cette vision qu'on peut parler d'un scénario Optimiste « Fifa » qui est fondé sur :

- adhésion de tous les acteurs au projet de valorisation agricole de la vallée ;
- absence de crues suite à la réalisation du barrage de Dogo –bis ;
- aménagements hydro-agricoles avec système d'irrigation bien conçu ;
- appui financier et technique de l'Etat central dans la valorisation de la vallée ;
- système souple de crédit agricole aux paysans ;
- mécanisation agricole ;
- disponibilité d'intrants agricoles à coût subventionné ;
- ouverture des pistes de desserte rurale dans la Commune de Bonou ;
- existence d'une politique de commercialisation des produits vivriers ;
- livraison du surplus des produits agricoles vers d'autres pays ;
- le paysan de la Commune a désormais un confort et un bien-être social ;
- le secteur agricole devient attractif dans la Commune de Bonou.

Les postulats du scénario Optimiste font de lui le scénario le plus souhaité de tous les acteurs agricoles de la Commune. Il favorise un développement optimal de l'agriculture dans la Commune de Bonou et de ce fait, répond bien aux aspirations de ce travail de recherche qui veut contribuer à mieux connaître les facteurs pour arriver à un tel scénario.

Conclusion partielle

La mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou impose bien des contraintes face auxquelles les paysans de ladite Commune ont apporté plusieurs stratégies d'adaptation. Ces stratégies passent par des dispositions et quelques aménagements sommaires selon les moyens des paysans. Cette expérience des aménagements sommaires qu'ont les sociétés rurales au travers des réussites et des échecs, leur permet d'avoir une vision critique des différentes hypothèses techniques possibles et des technologies utilisables pour les mettre en œuvre. C'est pour cela que tout projet d'aménagement de la vallée de l'Ouémé qui n'intègre pas les connaissances endogènes pourrait connaître des échecs. La plus grande menace qui plane sur les cultures de décrue dans la Commune de Bonou est la réalisation du projet hydroélectrique de Dogo-bis sur le fleuve Ouémé à la hauteur de Kétou. Ceci va hypothéquer totalement les cultures de décrue et pourrait mettre en péril la fertilisation naturelle des terres de la dépression par les éléments minéraux apportés par les crues depuis la partie nord du pays. Mais malgré tout, l'agriculture dans la Commune de Bonou a de beaux jours devant elle si des mesures sont prises au niveau de l'Etat central pour impulser une réelle valorisation agricole de la vallée de l'Ouémé.

En somme, la valorisation que les paysans font de leur vallée n'est pas la conséquence directe des potentialités du milieu, mais le fruit de leurs stratégies de production. Les pratiques paysannes de mise en valeur de la vallée s'inscrivent dans des systèmes de production diversifiés qui, sauf exception, sont centrés sur les cultures pluviales, et répondent à des objectifs alimentaires et économiques.

DISCUSSION ET LIMITES DE L'ETUDE

La présente recherche se veut une contribution à l'examen des potentialités et des contraintes inhérentes à la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou, département de l'Ouémé. Les fondements écologiques de cinq principales spéculations choisies suivant leur importance dans le régime alimentaire des populations sont étudiés. Une analyse des facteurs naturels et humains permet de déterminer l'opérationnalité de la mise en valeur agricole.

L'analyse des données climatiques a permis d'identifier les différentes nuances et tendances dans le milieu d'étude. La Commune de Bonou connait deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches comme l'ont démontré les travaux de Boko (1988), Houndénou (1999) et Ogouwalé (2006) qui ont montré que le Bénin méridional dans lequel se situe la Commune de Bonou jouit d'un régime pluviométrique bimodal. Cette succession des saisons déterminent les activités agricoles qui se déroulent suivant deux saisons agricoles comme dans l'ensemble du sud-Bénin. Ces résultats sont conformes à ceux de Boko (1988), Houndénou (1999), Ogouwalé (2006) et Totin (2010) qui ont démontré que la grande saison pluvieuse couvre la période allant d'avril à juillet et que c'est l'importance de la quantité d'eau enregistrée lors de cette saison qui justifie tout l'attachement que les populations paysannes lui accordent. A partir du mois de juillet, la quantité de pluie commence à diminuer progressivement et annonce la petite saison sèche des mois d'août et septembre. Mais la quantité d'eau obtenue n'est pas très différente de celle obtenue à la petite saison pluvieuse. Cela concorde avec les analyses de Boko (1988) qui présentent la petite saison sèche comme un moment d'inflexion pluviométrique et non une période de déficit criard des hauteurs de pluies. Le même auteur estime qu'au cours de cette petite saison sèche, il y a indigence pluviométrique liée à la subsidence d'altitude de l'air tropical au-dessus de la mousson sans oublier l'influence de l'upwelling. La petite saison pluvieuse encore désignée sous le vocable deuxième saison pluvieuse dure d'octobre à novembre et enregistre moins de précipitations que la grande saison pluvieuse. C'est ce que Houndénou (1999), a démontré en affirmant que, huit années sur dix, le paysan peut s'attendre à moins de 150 mm de pluies pour la culture de la deuxième saison. La grande saison sèche couvre la période allant de décembre à mars.

La Commune de Bonou compte huit unités de sol comme l'ont montré les travaux de Igué (2013). Les prélèvements d'échantillons de sol opérés dans les fosses pédologiques ouvertes à cet effet permettent d'établir que les formations pédologiques, bien que favorables à plusieurs cultures, présentent néanmoins des carences en éléments minéraux. En effet, l'agriculture

extractive conduit à une surexploitation des sols qui perdent leur fertilité. C'est ce que fait remarquer Agboola (1991) qui souligne qu'on observe une diminution rapide de la matière organique et des éléments nutritifs dans les sols lorsqu'ils sont cultivés intensivement. Dans le même sens, Yiner et *al.*, (2007) montrent que les pratiques culturales inappropriées dégradent sérieusement et considérablement les sols. Ils signalent également que les systèmes de culture sans amendement réduisent considérablement les teneurs en matière organique et de l'azote total. On constate que pour l'ensemble des huit unités pédologiques, la capacité d'échange cationique apparaît comme une limitation sévère dans six des unités. Seulement les sols peu évolués et les vertisols ne présentent pas de carences en CEC dans la Commune de Bonou. Cette situation pourrait s'expliquer par une exploitation intensive des sols sur plusieurs années, ce qui a été confirmé par les travaux de Brabant et *al.*, (1996) et de Igué (1998) qui ont montré que la valeur de la capacité d'échange cationique diminue de 56 % après 25 ans de culture. De même, les études effectuées dans le bassin de Lotho dans la Commune de Dassa-Zoumè au centre-Bénin (Bello, 2006), dans la Commune de N'Dali au nord-Bénin (Attolou, 2007) et dans le département du Coffo au sud-Ouest du Bénin (Fangnon, 2012) confirment la même tendance de limitations en CEC.

Dans la Commune de Bonou, on constate que dans cinq unités pédologiques sur les huit de la Commune, il est noté une carence en phosphore assimilable. Or, selon Henao et *al.*, (1999), les pertes en azote et en potassium résultent surtout des infiltrations et de l'érosion des sols. Les pertes en potassium sont associées avec les graves érosions. Ces problèmes résultent principalement de la culture continue de céréales sans alternance avec celle de légumineuses, de mauvaises pratiques de conservation des sols et de l'emploi de quantité d'engrais non appropriées. Dans le même ordre d'idées, Igué (2000) a démontré que l'exploitation prolongée des mêmes terres pendant quinze ans et plus, a affecté les dimensions et la distribution des particules. Les producteurs, pour plusieurs raisons, ne respectent pas les techniques de pratiques d'engrais. Ils mettent les grains d'engrais directement au sol et ces derniers peuvent être emportés par le vent ou les eaux de ruissellement. Ces pratiques sont également observées par Brabant et *al.*, (1996) au Togo ; Gibigaye (2008) ; Kissira (2010) au nord du Bénin et Michozounnou (2011) à Djidja. On peut donc conclure que dans la Commune de Bonou, la carence des sols en azote (N) et en potassium (K) est le fait des pratiques agricoles. Toutefois, il a été noté dans la Commune de Bonou que le vertisol a une très bonne teneur en matière organique (4,22 %). Cette même tendance a été notée dans les vertisols du département du Couffo (Fangnon, 2012). Cela peut s'expliquer par le fait que la

décomposition de la litière et des racines des plantes se fait au niveau du premier horizon du sol et que les vertisols sont moins exploités que les autres unités pédologiques dans la Commune de Bonou. Ce résultat confirme ceux de Yoni et *al.*, (2007), qui ont montré que généralement plus l'hydromorphie du sol est importante, plus le sol est riche en matière organique, ce qui peut s'expliquer par le fait que les racines des plantes gênées par la remontée d'eau pendant la saison pluvieuse ne descendent plus en profondeur (< 20 cm) et s'accumulent dans les horizons supérieurs (0-20 cm), de sorte qu'en saison sèche, leur décomposition enrichit cet horizon. C'est en se fondant sur cet aspect que des chercheurs proposent des solutions dans le cadre de l'amélioration du taux de la matière organique. C'est le cas de Honlonkou (1999) qui a montré l'importance de la jachère Mucuna qui améliore 4 à 5 fois la productivité que l'engrais chimique. Malgré ces problèmes de baisse de fertilité des terres agricoles, les cultures vivrières obtiennent moins d'engrais à cause de ratios défavorables entre les prix des produits et des engrais ainsi que des contraintes financières auxquelles les agriculteurs doivent faire face. Du coup, si l'épuisement des éléments nutritifs et la dégradation des terres continuent au rythme actuel dans la Commune de Bonou, on doit se demander comment les agriculteurs de cette localité pourront produire assez de vivres pour des populations toujours plus grandes dans les années à venir. Au-delà de tous ces problèmes, l'espace agricole connait une dynamique dans le secteur d'étude.

Dans le présent travail, un intérêt a été accordé à l'analyse de l'évolution de l'organisation de l'espace. Les variations très prononcées surtout au niveau des savanes arborées et arbustives et mosaïques de cultures et jachères témoignent du degré de perturbation des formations végétales. Les résultats de l'étude montrent que l'espace naturel disparaît avec le temps. Les zones de cultures augmentent avec l'évolution de l'effectif de la population (Quenum, 1990 ; Demon, 1991 ; Tohozin, 1999 ; Yabi, 2005 ; Vissin, 2007). Les formations naturelles et les zones de cultures cèdent place aux agglomérations qui ne cessent de s'étendre (N'Bessa, 1997; Djafarou, 2007 ; Fangnon 2012 ; Vigninou, 2010). On peut donc conclure que l'augmentation des populations dans la Commune de Bonou entraîne une réduction de la superficie des terres cultivables et ouvre la voie à une dynamique dans les modes d'accès aux terres agricoles.

L'accès aux terres agricoles dans la Commune de Bonou se fait essentiellement par héritage (57 %), achat (23 %), location (15 %) et gage (5 %). La pression démographique réduit de plus en plus la superficie par actif agricole. Ces modes d'accès aux terres agricoles diffèrent de ceux trouvés par Honlonkou (1994), Fangnon (2012) dans le département du Couffo, ceux

de Biaou (1991), ceux de Ahomadikpohou (2012). Ces auteurs avaient identifiés comme modes d'accès à la terre, l'héritage, le don, l'emprunt, le métayage, la location. Cette différence peut s'expliquer par plusieurs raisons dont notamment la pression démographique et l'intérêt des terres pour les populations. En effet, le gage consiste à céder la terre contre de l'argent, mais à la différence de l'achat que la terre sera récupérée dès que le propriétaire restitue au créancier le montant de la redevance perçue. La pression démographique ne permet plus de nos jours la pratique de ce mode qui est en train de disparaître au niveau de la Commune de Bonou. L'emprunt pratiqué dans les autres localités provient essentiellement des parents et surtout des époux. D'après Honlonkou (1994), ce sont surtout les femmes des exploitants qui bénéficient de ce mode d'accès sur le plateau Adja. Le métayage connu dans les autres localités diffère d'une forme de tenure appelée "dimimadimi" pratiquée au Togo où le tenancier (métayer), après un long moment, finit par devenir propriétaire de la terre, la plantation étant subdivisée en deux parties, moitié pour lui et moitié au propriétaire foncier (Badouin, 1985 cité par Biaou, 1991).

Par ailleurs, le coefficient de Ruthenberg R = 66,66 obtenu dans la Commune de Bonou justifie le système de culture permanente avec une jachère de courte durée. Ce résultat se rapproche de ceux de Honlonkou (1994) et Houngbo (2008) qui ont trouvé respectivement R = 75 et R = 73 dans le Mono/Couffo. Par contre, en 2003, Tenté a trouvé dans le secteur Perma-Toucoutouna un coefficient de l'ordre de 57,5. Cette valeur est supérieure à 33 mais inférieure à 66 ($33 < R < 66$), ce qui amène à conclure que c'est le système de jachère qui est le plus pratiqué sur les chaînons. Wokou (2014) a trouvé que R est de 10,12 sur le plateau d'Agonlin. Cette valeur indique que c'est le système de culture itinérante sur brûlis qui est le plus adopté par les paysans sur le plateau d'Agonlin. La différence des valeurs du coefficient du Ruthenberg trouvé par les différents chercheurs s'explique par la densité démographique de chaque milieu et l'intérêt porté aux terres agricoles par les paysans.

Il est à noter que les modes de mise en valeur agricole des terres dans la Commune de Bonou ne respectent pas les propriétés physico-chimiques des sols mais sont basés sur quatre critères, suivant les considérations paysannes. Il s'agit de la présence des mauvaises herbes, de l'état biophysique du sol, de la productivité du travail et du rendement à l'hectare. Ce résultat est proche de celui de M'Biandoun et Bassala (2007) qui ont montré que les paysans du Nord Cameroun utilisent des plantes indicatrices, l'état biophysique du sol et le rendement comme critères pour évaluer la fertilité de leur sol. De même, les paysans de la Commune de Bonou ont des perceptions des différentes saisons pluvieuses. Pour eux, lors de la première saison

pluvieuse du mois d'avril, il faut maximiser sa production agricole car il est difficile de faire confiance aux pluies de la seconde saison pluvieuse pour la deuxième saison agricole. Cela concorde avec les résultats des travaux de Boko (1988), qui a montré que la grande saison pluvieuse constitue la première vraie saison et représente la plus importante pour les populations car, elle est d'une grande importance dans le cycle climatique annuel. Le même auteur a aussi mentionné un dicton qui stipule que "E do dandan nu zo gbade a", ce qui veut dire littéralement qu'il n'est pas obligatoire que le maïs de ''zo'' (petite saison pluvieuse) réussisse. Dans ces considérations paysannes, plusieurs contraintes sont identifiées dans la mise en valeur agricole des terres et impactent la production agricole. Les différentes spéculations cultivées subissent des contraintes pluviométriques qui rendent vulnérables la production agricole aux différentes phases phénologiques. Cet état de chose est démontré par les travaux de Houndénou et Hernandez (1998). Les fluctuations des hauteurs pluviométriques aux phases phénologiques et leurs impacts sur les cultures sont aussi mises en évidence dans le Nord-Togo (Adéwi, 2012). Mais face aux différentes contraintes, les paysans de la Commune de Bonou développent plusieurs stratégies.

Aussi nombreuses sont les contraintes agricoles dans la Commune de Bonou, aussi nombreuses sont les réponses apportées par les paysans pour atténuer leurs effets sur la production agricole. Face à la baisse de la fertilité des sols, 90 % des paysans procèdent au billonnage. Cette stratégie de billonnage est perçue par 65 % des paysans comme étant un facteur qui appauvrit le sol à la longue même si elle permet de restaurer sa fertilité pour un moment. La conséquence est que toute terre bien travaillée pour le billonnage est exposée à l'érosion sans la protection fournie par les débris végétaux, surtout en début de campagne agricole. Ces résultats corroborent ceux de Vlaar (1992) dont les travaux ont abouti aux résultats selon lesquels le billonnage direct favorise l'érosion hydrique et la perte des éléments fertilisants du sol. Stanley (1993) renchérit en affirmant que les débris constituent un paillis qui réduit l'évaporation, l'impact des gouttes de pluie et le ruissellement.

En définitive, ce travail a montré que des fluctuations pluviométriques ont des impacts négatifs sur la production agricole et que les sols de la Commune de Bonou présentent des limitations aux différentes spéculations étudiées dans le milieu. Plus étonnant, les sols de la dépression considérés comme les plus riches de la vallée de l'Ouémé ont des carences en éléments nutritifs qui favorisent un développement optimum des cultures. Mais il faut préciser que l'une des limites de ce travail réside dans le fait que les prélèvements des échantillons de sols pour l'analyse au laboratoire ont été effectués dans le mois de septembre de l'année 2013,

année qui n'a pas connu de crue annuelle de la vallée. L'idéal aurait été que les prélèvements des échantillons de sol pour l'analyse soient effectués avant et après une crue annuelle afin de pouvoir mettre en exergue, l'apport des crues annuelles à la fertilisation des terres agricoles de la basse vallée de l'Ouémé en général et plus précisément de la Commune de Bonou. Ce faisant, on pourrait dire avec exactitude, ce que perdrait la Commune de Bonou si le barrage de Dogo-bis se réalise et que les crues annuelles soient désormais du passé dans la Commune de Bonou. De même, les données pluviométriques utilisées présentent des lacunes qui ont été comblées alors que le comblement des données ne garantit pas à 100 % des résultats fiables. Il faut aussi noter que les statistiques agricoles disponibles sur la Commune de Bonou commencent seulement de 1998 alors qu'il aurait été intéressant d'analyser l'évolution des rendements en rapport avec les précipitations sur une période raisonnable de 30 ans. Aussi, les estimations des rendements par les agents du Secteur Communal pour le Développement Agricole de Bonou ne sont-elles pas toujours en phase avec la réalité du terrain. Or, le mode de fonctionnement des paysans ne permet pas de reconstituer ces statistiques à partir des informations fournies par ces paysans. Ces différents aspects constituent des limites pour le présent travail.

CONCLUSION GÉNÉRALE

La présente étude a permis d'identifier les potentialités agricoles sur les plans climatique, pédologique et humain et les contraintes biophysiques et socio- économiques qui freinent la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou. Cette Commune est traversée par le fleuve Ouémé sur 40 km et crée une vaste zone inondable propice aux activités agricoles. Les affluents du fleuve Ouémé créent par endroit, des bas-fonds qui se révèlent de nos jours, une alternative agricole. On note alors dans le secteur d'étude, deux unités morphologiques : les terres du plateau « Aguédji » et les terres inondables « Wɔdji ». Les terres du plateau sont constituées des sols ferrallitiques tandis que celles inondables sont constituées des sols hydromorphes, des sols peu évolués et des vertisols. Mais il y a une prédominance des sols hydromorphes, riches pour la culture mais contraignants du fait de l'hydromorphie. Les hauteurs de pluie enregistrées dans le milieu et les crues annuelles induites par le fleuve Ouémé créent un engorgement rapide des sols de la dépression et occasionnent des pertes de produits agricoles.

Les différents types de sols, de textures différentes, présentent des spécificités pour la mise en valeur agricole. Les sols argileux retiennent bien l'eau et se décompactent naturellement lors des alternances humectation/dessication. L'air a cependant du mal à y circuler, gênant ainsi la respiration des racines et des micro-organismes du sol. Ils sont difficiles à travailler car trop plastiques quand ils sont humides et trop durs quand ils sont secs. Quant aux sols limoneux, ils sont difficiles à aérer, surtout s'ils sont riches en limons fins (de 2 à 20µm). A leur surface se forme très facilement une croûte dure que les jeunes plantules ont du mal à traverser : la « croûte de battance ». Les sols sableux ne présentent pas de lien intime entre les matières organiques et les particules minérales : il y a simplement juxtaposition entre elles, sans cohésion forte. Les matières organiques, non protégées, sont donc plus facilement dégradées que dans les autres types de sol : on dit que les sols sableux « brûlent » la matière organique. Ce sont des sols bien aérés, mais ils ne retiennent pas l'eau et sont sensibles au risque érosif.

De plus, la possibilité qu'offrent les crues annuelles à pratiquer les cultures de contre-saison est un énorme avantage pour les paysans de cette localité mais le défaut de maitrise de l'eau constitue une contrainte majeure qui atténue les efforts des producteurs à mettre en valeur les terres agricoles. La vallée de l'Ouémé constitue une importante source de potentialités agricoles pour les producteurs mais sa mise en valeur rencontre bien des contraintes. Ces contraintes ont trait au défaut de maitrise de l'eau, au développement des adventistes, à

l'attaque parasitaire, à la rareté de la main-d'œuvre, à l'absence des tracteurs adaptés aux types de sols, à l'absence de crédit agricole… Le défaut de maitrise de l'eau entraine chaque année des pertes énormes de cultures et fait fuir les paysans des zones humides vers les terres du plateau qui elles-mêmes se raréfient et perdent leur fertilité au fil des années. Les attaques parasitaires font perdre aux paysans d'importantes quantités de cultures. L'enherbement contraint les paysans à sarcler plusieurs fois leurs champs avant la récolte. Quant aux contraintes socio- économiques, elles se posent en termes de manque de crédit agricole, de coût élevé de la main d'œuvre, des litiges fonciers…

Dans la Commune de Bonou, la pression démographique soumet l'espace à une forte pression qui se manifeste par la régression du couvert végétal. Entre 1986 et 2013, les formations végétales ont enregistrée une régression de plus de 27 % au profit des espaces de cultures et des agglomérations. La rareté des terres agricoles, la réduction des superficies par actif agricole amène les paysans à se ruer sur de nouvelles terres agricoles avec des attitudes de domination de l'environnement pour y tirer le nécessaire afin de couvrir les besoins alimentaires sans cesse croissants. Des efforts d'aménagements hydro-agricoles sont en cours dans la Commune comme par le passé, mais sont confrontés à un sérieux problème financier qui limite la politique de l'Etat en matière de mise en valeur agricole de la vallée. Cette politique de l'Etat devra se poursuivre mais doit passer par le règlement des litiges fonciers, par l'appui aux paysans et par des aménagements appropriés qui imposent la réalisation des barrages hydro-agricoles afin de maîtriser l'eau et de pouvoir la canaliser dans les exploitations agricoles.

Les modes de mise en valeur agricole des terres ne sont pas en rapport avec les aptitudes culturales des sols basées sur les caractéristiques physico-chimiques de ces sols. Les producteurs utilisent quatre groupes de critères pour déterminer le niveau de fertilité des terres dans la Commune de Bonou : les mauvaises herbes présentes ; l'état biophysique du sol, qui comprend la macrofaune présente, la texture et la couleur du sol ; la productivité du travail, c'est-à-dire la production moyenne d'une journée de travail ; et le rendement par hectare, variable d'une culture à une autre pour une même terre.

Le problème d'épuisement, de détérioration physique et d'érosion des sols dus à la pratique de labour et l'utilisation des pesticides sont responsables de l'acidité des sols cultivables. Face aux contraintes agricoles, les producteurs développent plusieurs stratégies d'adaptation. Entre autres stratégies d'adaptation, on peut citer l'ouverture des drains pour évacuer les surplus d'eau des parcelles de cultures, la réalisation des diguettes, la confection de grosses buttes, la

disposition spatiale des cultures autour des buttes, l'utilisation des pesticides, la fertilisation minérale des terres…Dans la plaine d'inondation, les paysans, compte tenu de leurs moyens financiers, réalisent des aménagements sommaires qui résistent peu aux crues et donc rendent les cultures vulnérables aux fortes crues. C'est dire donc que les paysans de la Commune de Bonou n'exploitent pas la vallée de l'Ouémé selon ses potentialités agricoles mais selon leurs moyens financiers. Dans ce contexte, les savoirs et expériences des paysans sont nécessaires pour l'élaboration d'un programme d'aménagement qui tienne compte des réalités du milieu pour une exploitation judicieuse des potentialités agricoles qu'offre la basse vallée de l'Ouémé aux paysans de la localité. Mais il faut noter qu'il y a une menace qui plane sur les cultures de décrue dans la dépression et sur la fertilisation naturelle des terres de la dépression par les crues annuelles. Cette menace est relative à la construction du barrage hydro-électrique de Dogo-bis sur le fleuve Ouémé à la hauteur de la Commune de Kétou. Avec la construction de ce barrage, les crues annuelles dans les Communes en aval du barrage dont celle de Bonou ne seront plus enregistrées et donc, plus de culture de décrue. De même, puisque ce sont les eaux des crues annuelles qui apportent des éléments fertilisants aux sols de la dépression dans la Commune de Bonou, il ne sera pas étonnant d'assister à une baisse drastique de la fertilité naturelle des terres de cet écosystème qui fait de la basse vallée de l'Ouémé, la deuxième vallée la plus riche après celle du Nil. Pire, les lâchées d'eau au niveau du barrage peuvent entrainer des inondations inattendues dans les champs des paysans en aval du barrage.

La présente recherche n'ayant pas abordé le taux de matières organiques apportés chaque année par les crues sur les sols de la dépression, les travaux futurs porteront sur les crues annuelles et leurs apports en éléments nutritifs pour la mise en valeur des terres de la dépression.

Bibliographie

1- **ADAM K. et BOKO M. (1993) :** Le Bénin. Edicef, 96 p

2- **ADEWI E. (2012)** : Les stratégies agricoles de gestion de la péjoration pluviométrique au Togo. Thèse de Doctorat unique de géographie, UL, Lomé, 320 p.

3- **ADJAHOSSOU B. S. et *al.*, (2009)** : Aspects nutritionnels de l'optimisation d'un système de cultures associant le maïs et l'arachide au Sud-Bénin. International Formulae Group, International Journal of Biological and Chemical Sciences, pp 1141-1150.

4- **AFOUDA F. (1990)** : L'eau et les cultures dans le Bénin central et septentrional : étude de la variabilité des bilans de l'eau dans leurs relations avec le milieu rural de la savane africaine. Thèse de doctorat de 3ème cycle, Paris IV Sorbonne. 428 p.

5- **AFOUDA F. (2007)** : Fluctuation diurne de quelques paramètres climatiques et réponses paysannes au Bénin. In Climat et développement N°3. UAC-FLASH-LECREDE, pp 5-15

6- **AFOUDA S. (2006) :** Politiques agricoles et problématique de sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest : le cas du Bénin. In Les Etats-Nations face à l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest : le cas du Bénin. GUE, O.J. (éd) Karthala, pp 120-132

7- **AGATE A. A. (1999**) : Effet d'une fertilisation azotée et phosphatée sur la production d'une «association maïs-mucuna», Mémoire d'Ingénieur Agronome, UB-ESA, Lomé, 75 p.

8- **AGBO S. J.A. et HONKPEHEDJI R. N. (2008)** : Analyse des déterminants de la production des cultures vivrières au Benin: cas du maïs et de l'igname, Diplôme d'Ingénieur statisticien économiste UAC/ENEAM. 64 p.

9- **AGO E. E. , PETIT F. & OZER P. (2005)**: Analyse des inondations en aval du barrage de Nangbeto sur le fleuve Mono (Togo et Bénin), Revue scientifique Geo-Eco-Trop, N°29, pp 11-24

10- **AGOSSOU G. (2001)** : Influence des pratiques de maîtrise de l'eau pour l'agriculture sur certains déterminants de la sécurité alimentaire. Etude du cas de la zone de l'extrême-nord du Bénin. Mémoire de DEA, EDP. 79 p.

11- **AHOMADIKPOHOU L. (2012)** : Problématique de la question foncière agricole dans la Commune de Sô –Ava. Mémoire de DEA, EDP/FLASH/UAC. 67 p

12- **AKAKPO C. et ALAGBE M. (2004)**: Utilisation d'Acacia auriculiformis en système de bordure pour le relèvement de la fertilité des terres de barre de Zouzouvou dans le département du Couffo. Acte 4 de l'Atelier Scientifique National, Abomey-Calavi, 14-17 décembre 2004. CRA-Sud/INRAB/MAEP/Bénin, pp 229-236.

13- **AKINDELE A. (2011) :** Savoirs ethno-climatologiques et organisation de la vie socio-économique et culturelle en pays Wémɛ. Mémoire de DEA/FLASH. 80 p

14- **AKINDELE A. (2014)** : Savoirs ethno-climatologiques en pays Wemɛ et Hɔli : fondements et implications économiques et socio- culturelles. Thèse de Doctorat Unique de l'Université d'Abomey-Calavi. 234 p

15- **AKOEGNINOU A. et HOUNDAGBA J. (1999)** : Contraintes écologiques et mise en valeur des bas-fonds dans la région de Dassa-Zounmè (centre Bénin). JUB, Lomé, Togo, 14 p.

16- AKPONIKPE P. (1999) : Contribution à l'évaluation de l'impact des changements climatiques sur la production agricole : cas du maïs (Zea mays L.) au Sud Bénin. Thèse d'Ingénieur Agronome. FSA/UNB, Bénin, 89 p

17- ALAGBE S. K. (2009) : Recueil des textes législatifs et réglementaires sur les coopératives au Bénin; Principes coopératifs universels, 2è édition, AGS, Cotonou, 116 p

18- ALBERGEL J. et *al.* (1995): Mise en valeur agricole des bas-fonds au Sahel : Typologie, fonctionnement hydrologique, potentialités agricoles. Rapport final d'un projet CORAF-R35, Cirad, Montpellier, France, 33 p.

19- ALBERGEL J. et LAMACHERE M. (1996) : Atouts et contraintes des milieux naturels pour la mise en valeur agricole des bas-fonds. Montpellier, France ; 89 p

20- AROUNA O., TOKO I. DJOGBENOU C.P. et SINSIN B. (2010) : Impact de la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol sur la végétation en zone soudano-guinéenne au Bénin. Rev. Sc. Env. Uni. Lomé (Togo), 6 ; pp 161-186.

21- ASSANI A. A., BUFFIN-BELANGER T. et ROY A. G. (2002) : Analyse d'impacts d'un barrage sur le régime hydrologique de la rivière Matawin (Québec, Canada). Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science, vol. 15, n° 2, 2002, pp 557-574.

22- ASSIGBE P. et MAMA V. (1993) : Mise en valeur des bas-fonds en République du Bénin. Séminaire de planification sur la caractérisation et la mise en valeur des vallées intérieures en Afrique sub-sahélienne (Bouaké, 8-10 Juin 1993), DRA/CENATEL, 11 p.

23- ATTOLOU L. J. S. O. (2007) : Fertilité des sols de la commune de N'Dali au nord-est du Bénin et leur évaluation pour la culture du coton. Mémoire d'ingénieur, EPAC/UAC, 91 p.

24- AUBREVILLE A. **(1949)** : Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale. Paris, Soc. Éd. géographiques, maritimes et coloniales, 351 p.

25- AZONTONDE H. A. et KPAGBIN G. **(2008)** : Influence du système Mucuna-maïs sur le bilan de l'azote sur un plateau de sol ferrallitique du Couffo au Sud-Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique n° 59. pp 75-91

26- AZONTONDE A .H. **(1993)** : Dégradation et restauration des terres de barre (sols ferralitiques faiblement désaturés argilo-sableux) au Bénin. Cahiers ORSTOM, Série. Pédologie., vol. XXVIII, n°2 : pp 217-226.

27- AZONTONDE A. (1991) : Propriétés physiques et hydrauliques des sols au Bénin. In Soil Water Balance in the Sudano Sahelian Zone (Proceedings of the Niamey Workshop, February 1991), IAHS Publ, no. 199. pp 249-258

28- AZONTONDE A. H. **(2000)** : Dynamique de la matière organique et de l'azote dans le système Mucuna-Maïs sur un sol ferralitique (terre de barre) au Sud-Bénin. Thèse de doctorat, Montpellier/France. 241 p.

29- AZONTONDE H. A., **et *al.*, (1998)** : Le Mucuna et la restauration des propriétés d'un sol ferralitique au Sud du Bénin. In Agriculture et Développement N° 18 Juin 1998. pp 23-40

30- AZONTONDE H. A. et *al.* (2007) : Impact d'une plante de couverture (Mucuna pruriens utilis) sur la productivité du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique du Sud-Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique n° 50.- pp 55-70

31- BADAMELI K.M.S. (1996) : La variabilité climatique et la production agricole au Togo. Thèse de Doctorat 3ème cycle, Bordeaux III, 366 p.

32- BAD (1988) : Bénin : projet de développement hydro-agricole de la vallée de l'Ouémé. Rapport d'évaluation de la performance de projet (REPP) ; département de l'évaluation des opérations. Mars 1988, 23 p

33- BARTHES B. **et *al*,. (2000)**: Field-scale run-off and erosion in relation to topsoil aggregate stability in three tropical regions (Benin, Cameroon, Mexico). European Journal of Soil Science, 51, pp 485-495.

34- BATIONO A. et *al.*, (1998) : Fertilité des sols pour la production céréalière en zone sahelo-soudanienne et valorisation des phosphates naturels, Cahiers Agricultures. Vol 7 N05, pp 365-371

35- BEAUDOU A. G. et *al.*, (1977) : Notes sur la micromorphologie de certains sols ferrallitiques jaunes de régions équatoriales d'Afrique. Cahiers ORSTOM (Paris), série Pédologie, 15, 4, 1977, p. 361-379.

36- BELIERES J.-F et TOURE A. (1999) : Impact de l'ajustement structurel sur l'agriculture irriguée du delta du Sénégal. Thèse de doctorat. Economie et gestion, Ensam, Montpelier-Saint-Louis, France-Sénégal, Cirad-Saed, 438 p.

37- BELLO M. A. (2006) : Dégradation des terres du bassin versant de Lotho dans la Commune de Dassa-Zoumè. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur des travaux, EPAC/UAC, 77 p.

38- BERGER J. M. (1964) : Profils culturaux dans le centre de la Côte d'Ivoire. Cahiers ORSTOM, série Pédologie, 1, 1964, pp 41-69.

39- BERLGR Y. ; Dabin, B. et Leneuf, N. **(1956)** : Comparaison physique, chimique et microbiologique entre les sols de forêt et de savane sur les sables tertiaires de la basse Côte-d'Ivoire. In : 6' Congrès. Int. Sci. Sol (Paris), V, 81, 1956, p. 489- 502.

40- BERTON S. (1988) : La maîtrise des crues dans les bas-fonds. Petits et micro-barrages en Afrique de l'Ouest. Dossier n° 12 C F/GRET/ACCT, 474 p.

41- BIAOU G. (1995) : Agriculture durable que recouvre-t-elle ? Quelques points de vue contradictoires : Communication au symposium général du RESPO IITA-Cotonou Bénin ; 15 p

42- BLANCANEAUX Ph. **(1979)**: Dynamique de sols ferralitiques sur granitogneiss en Guyane française. Relation avec l'érosion, le ruissellement et le lessivage oblique. Cayenne, ORSTOM, Rapport, 162 p.

43- BLIC P. (1973) : Évolution de quelques sols de Côte-d'Ivoire sous l'effet du défrichement et de la culture mécanisée. Paris, ORSTOM, 58 p.

44- BOKO M. (1988) : Climats et communautés rurales du Bénin : rythmes climatiques et rythmes de développement. Thèse d'Etat. 2 tomes. Centre de recherches en Climatologie. URA 909 CNRS. Université de Bourgogne, Dijon, 601 p.

45- BOKONON-GANTA E. (1987) : Les climats de la région du Golfe de Guinée. Thèse de Doctorat de 3ème cycle. Institut de Géographie, Université de Paris-Sorbonne, Paris IV, 248 p.

46- BOKONON GANTA. E. (1994) : Contraintes pédoclimatiques et association culturale en pays loupa (Nord-Ouest du Bénin), In systèmes agraires et agriculture durable en Afrique subsaharienne, IFS, Cotonou, pp55-68.

47- BOKONON-GANTA E. (1995): Stratégies d'adaptation aux contraintes pédoclimatiques en terroir loukpa (nord-ouest du Bénin). In Annales de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, actes du colloque SPP/E tenu à Niamey du 14 au 15 déc, pp 151-169.

48- BONOU M. (2004) : Impact socio-sanitaire de l'exploitation agricole des terres humides au Sud du Bénin : Cas des arrondissements de Kpanroun et de Zinvié (commune d'Abomey-Calavi). Mémoire de maîtrise, FLASH/UAC, Abomey-Calavi, Bénin, 89 p.

49- BONOU R. (1996) : Rôle des cultures de contre-saison dans le développement du secteur d'Adjohoun. Mémoire de maîtrise ; Géographie ; Université Nationale du Bénin, 106 p.

50- BOSSA J. (2000) : Etudes des potentialités hydro-agricoles de la basse vallée du fleuve Ouémé en aval de Bonou. Mémoire pour l'obtention de diplôme d'études approfondies. DGAT-FLASH- UAC, 65 p.

51- BOUTILLIER J.-L et SCHMITZ J. (1987): Gestion traditionnelle des terres (système de décrue, système pluvial) et transition vers l'irrigation : le cas de la vallée du Sénégal. Cahiers Sciences Humaines, 23 (3-4) : pp 533-554.

52- BOUYER S. et DAMOUR, **M. (1964)** : Les formes de phosphore dans quelques types de sols tropicaux. In : 8' Congrès Int. Sci. Sol (Bucarest), IV, 60, 1964, p. 551-561.

53- BRASSARD M. (2007). Développement d'outils diagnostiques de la nutrition azotée du maïs-grain pour une gestion optimale de l'engrais azoté. Mémoire de maîtrise. Université de Lava, 105 p.

54- CARDER Ouémé-Plateau (2012) : Compendium sur les rapports annuels sur les campagnes agricoles dans l'Ouémé. 312 p

55- CEDA-ETICO (1999) : Eléments d'analyse et Formulation d'une politique d'aménagement du territoire au Bénin. MEHU, Cotonou. 67 p

56- CENAP (1982) : Notice explicative sur les cartes d'aptitudes culturales du Bénin. Etude Nº 251 - Cotonou. 187 p

57- CHAMINADE R. (1968) : L'élévation du niveau de fertilité des sols tropicaux, conditions de l'établissement de systèmes de culture intensive. In : Colloque d'Abidjan, II, 1968, pp 18-24.

58- CHATELIN Y. (**1979)** : La pédoplasmation dans certains sols ferralitiques rouges de savane en Afrique centrale. Cahiers ORSTOM, Paris, série Pédologie, 1979, p. 23-38.

59- CHATELIN Y. **(1972)** : Les sols ferrallitiques. Tome 1. Historique. Développement des connaissances et formation des concepts actuels. Paris, ORSTOM, Init. Doc. Tech, n° 20, 98 p.

60- CLERC J. et *al.*, (1956) : Société paysanne et problèmes fonciers de la palmeraie dahoméenne, ORSTOM, Paris, 1956, 147p

61- CŒUR D. et LANG M. (2007) : Information historique et mémoire des inondations : des outils pour la prévention des risques naturels et l'aménagement du territoire. Acthys-Diffusion, Grenoble et Unité de recherche Hydrologie-Hydraulique, Cemagref, Lyon. 32 p.

62- CPCS (**1967)**: Classification des Sols. Travaux CPCS 1963-1967. ENSA, Grignon. 87 p.

63- CRAIG B. (1992) : Le développement agricole dans la haute vallée de la rivière Saint-Jean en 1860 ; Journal of the Canadian Historical Association / Revue de la Société historique du Canada, vol. 3, n° 1, 1992, pp 13-26.

64- CTA (2012) : Accroître les emplois ruraux en Afrique sub-sahariennne. Note politique N°4, février 2012. 5 p

65- DABIN B. (1970) : Facteurs physiques de la fertilité. In : Techniques rurales en Afrique (ORSTOM-BDPA), 1970, pp 265-278.

66- DABIN B. (1969) : Les facteurs chimiques de la fertilité des sols. In techniques rurales en Afrique 10, Pédologie et Développement. pp 191- 210 ;

67- DAGBENONBAKIN G. et *al.*, (2003) : Aptitudes des sols et leur répartition au Benin : Etat des lieux et perspectives d'aménagement à l'horizon 2025. Etude N°12. Rapport final. MEHU ; 157 p

68- DANVI C. et MAMA J. (1998) : Etat de l'art de valorisation des bas-fonds au Bénin. Rapport de projet CBF/UNC-Bénin, Cotonou, Bénin, 46 p.

69- DEGUE M. A. E et KOGOU F. S. (2006) : Potentialités et évaluation des terres pour les cultures du maïs et de l'anacardier dans la commune de Ouessè (Département des Collines au Bénin. Mémoire de maîtrise UAC/FLASH/DGAT 114 p.

70- DIAGNE D et PESCHE D. (1995) : Les organisations paysannes et rurales : des acteurs du développement en Afrique sub-saharienne, Paris, Réseau GAO ; 84 p.

71- DISSOU M. (1986) : La République Populaire du Bénin : milieux naturels, régions, économie agricole. Mémoire de maitrise en Géographie, Université nationale du Bénin, UNB, 174 p

72- DJIHINTO C. (1997) : Contribution à l'amélioration des systèmes d'aménagement et de mise en valeur des bas-fonds de Tchakalabouet Kabakoudengou dans le département de l'Atacora. Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UNB, Abomey-Calavi, Bénin, 152 p

73- DONOU B. (2007) : Dynamique pluvio-hydrologique et manifestation des crues dans le bassin du fleuve Ouémé à Bonou. Mémoire de maîtrise de géographie. UAC/FLASH. 104 p

74- DONOU B. (2009) : Evènements pluvio-hydrologiques extrêmes et production agricole dans le Delta du fleuve Ouémé, Mémoire de DEA, UAC/FLASH/DGAT.85 p.

75- DOUMENGE J.-P., **(1981)** : Du brûlis à l'agriculture de plantation en Océanie. *SEPANRIT, Bull. de liaison*, n°11, p. 79-87

76- DRIJVER C. et MARCHAND M. (1985) : Maîtriser les inondations : les aspects d'environnement du développement des plaines d'inondation africaines. Université d'Etat à Leyde, Pays-Bas. 88 p

77- DUBROEUCQ (1977) : Notice explicative de la carte pédologique du Bénin à 1/200.000. Feuille Parakou N°66 (5). 37 p.

78- DUCHAUFOUR P. (1970) : Précis de pédologie. Masson et Cie. Paris, 78 p

79- DUGAIN F. **(1960)** : Étude sur la fertilité des sols de la plaine bananière du Cameroun. In : Fruits, 15, 1960, 153 p.

80- DUPRES H. et LEENER P. (1987) : Agriculture tropicale en milieu paysan. Editions Terre et Vie. Edition Harmattan, Belgique, 280 p.

81- FANGNON B. (2012) : Qualité des sols, systèmes de production agricole et impacts environnementaux et socio-économiques dans le département du Couffo au sud-ouest du Bénin, Thèse de Doctorat Unique de l'Université d'Abomey-Calavi, 308 p.

82- FAO-BENIN (1997) : Rapport sur l'alimentation mondiale. Rapport sur la situation alimentaire en République du Bénin. FAO, Cotonou. 17 p.

83- FAO-BENIN (2009) : Rapport sur l'alimentation mondiale. Rapport sur la situation alimentaire en République du Bénin. FAO, Cotonou. 19 p.

84- FAO (1977) : Directives pour la description des sols. Rome 72 p

85- FAO (1987) : Mission de sécurité alimentaire et de commercialisation au Bénin, tome, vol1, 79p et vol 2, 123 p.

86- FAO (1992) : Programme International de Conservation et Restauration des Terres en Afrique. Etude de cas : Bénin, FAO, Cotonou 92 p.

87- FAO (1994): Synthèse préparatoire - Les systèmes de culture du maïs en Afrique: quelques études de cas. Production et valorisation du maïs à l'échelon villageois en Afrique de l'Ouest, Archives des documents de la FAO. 48 p

88- FAO (1995) : L'Irrigation en Afrique en chiffres. Rapport sur l'eau No 7, 336 pages.

89- FAO (1995) : La mise en valeur des eaux au profit de la sécurité alimentaire, Rome, 43 p.

90- FAURE (1977): Notice explicative de la carte pédologique du Bénin à 1/200.000. Feuille Djougou, N° 66 (4). 49 p.

91- FAURES J-M. (2003) : Les Aménagements hydro-agricoles en Afrique : situation actuelle et perspectives. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture ; Rapport. 15 p

92- FILLERON J.C. (1988) : Potentialités du milieu naturel, densités de population et occupation du sol dans le Nord-Ouest ivoirien. *In: Séminaire sur la dégradation des paysages en Afrique de l'Ouest*, Dakar, p. 253-264

93- FLENON R. (1999) : Aménagement des bas-fonds: Le diagnostic rapide de pré-aménagement (DIAPRA). Mémoire du DEAT, LAMS. 88 p

94- FLOQUET A. et MONGBO R.L. (1998): Des paysans en mal d'alternatives: dégradation des terres, restructuration de l'espace agraire et urbanisation au Bas-Bénin. Université de Hohenheim, Weikersheim, Margraf Verlag, 190 p.

95- FLORET CH. et PONTANIER D. (2001) : La jachère en Afrique tropicale. De la jachère naturelle à la jachère améliorée. Le point des connaissances. Vol.2. Paris : John Libbey Eurotext, 339 p.

96- FRIBOULET J-J. (1996) : " Développement économique et social – Economie", in Encyclopaedia Universalis Corpus, Volume 7, pp 245-256.

97- GADELLE F. (1993) : Mise en valeur des bas-fonds au Sahel. Typologie, fonctionnement hydrologique, potentialités agricoles. Projet Coraf-R3s, Cirad, Montpellier, France, 355 p

98- GATIEN A. (2013) : Spécificités de l'agriculture dans les vallées principales du bassin versant de la Maine, Thèse de doctorat en Géographie physique, ESO-Le Mans, 240 p

99- GBENOU P. (2013) : Evaluation participative du système de riziculture intensive dans la vallée de l'Ouémé au Bénin. Thèse de doctorat unique de l'Université d'Abomey-Calavi, Bénin. 209 p

100- GEORGE P. (1973) : L'environnement, Que sais-je ? Edition, PUF, Paris, 127 p

101- GEORGE P. (1967) : Temps géographique. Cahiers de géographie du Québec, vol. 11, n° 24, 1967, pp. 469-477

102- GEORGE P. (1990) : Dictionnaire de géographie. Troisième édition, Paris, 485 p.

103- GEORGE P. et VERGER F. (1996) : Dictionnaire de la Géographie P.U.F., Paris, 6e éd, 500 p.

104- GIEC (2007) : Bilan 2007 des changements climatiques. Rapport de synthèse. GIEC, Genève, Suisse. 114 p.

105- GIEC (2007) : Changements climatiques : Impacts, Adaptation et vulnérabilité, Résumé à l'intention des décideurs, GIEC CAMBRIDGE, 22 p.

106- GIEC (2001) : Pauvreté et changements climatiques : Rapport sur Réduire la vulnérabilité des populations pauvres par l'adaptation aux changements climatiques. Berlin Media Company, Allemagne, 43p.

107- GNANHO J-B. B. (2008) : Impacts environnementaux des systèmes culturaux dans la Commune d'Allada. Mémoire de maîtrise de Géographie, FLASH/UAC, 89 p.

108- GNELE J. (2000) : Impact économique de l'aménagement des bas-fonds dans le centre Bénin, Mémoire de maîtrise en Géographie, FLASH/UAC. 97 p.

109- GNITONA P. (2000) : Stratégies d'adaptation aux contraintes hydriques et climatiques chez les Bètèmmariba de l'Atacora. Mémoire de maîtrise de Géographie, UAC/FLASH/DGAT. 88 p.

110- GOGAN A.C.S. (1990) : Agriculture dans la dépression des Tchis : Main-d'œuvre agricole. Projet de Recherche Appliquée en Milieu Réel, 39 p

111- GREGOIRE E. et *al.*, (1982) : Les politiques foncières étatiques en Afrique Noire francophone : enjeux et perspectives. Université de Paris I – (Paris). 75 p

112- GUELLY K.A. (**1990)** : Evolution des jachères de savane en zone tropicale forestière du Togo: Terroir de Bena (Plateau d'Akposso). *Labo. de Botanique Tropic.Univ. Paris VI, Mémoire D.E.A. Biologie végétale. Tropicale.56 p*

113- HENAO J. et BAANANTE C. (1999) : L'épuisement des éléments nutritifs dans les terres agricoles de l'Afrique, récapitulatif Vision 2020 pour l'alimentation, l'agriculture et l'environnement, N° 62. pp 37-50

114- HONLONKOU N. A. (1999) : Impact économique des techniques de fertilisation des sols : cas de la jachère Mucuna au sud du Bénin. Thèse de Doctorat de 3è cycle. Côte d'ivoire : CIRES, 187 p.

115- HOUESSOU F. (1997) : Contribution à l'étude agro climatique de la basse vallée de l'Ouémé, rive gauche. Mémoire de maîtrise. UAC/FLASH. 128 p

116- HOUNDENOU C. (1992) : Variabilité pluviométrique et conséquences socio-écologiques dans les plateaux du Bas-Bénin. Afrique de l'Ouest. DEA « climats et contraintes climatiques», Université de Didjon. 90 p.

117- HOUNDENOU C. (1999) : Variabilité climatique et maïsiculture en milieu tropical humide : l'exemple du Bénin, diagnostic et modélisation. Thèse de doctorat de Géographie. UMR 5080, CNRS « climatologie de l'Espace Tropical », Université de Bourgogne, Centre de recherche de climatologie. 341p.

118- HOUNGBO N. E. (2008) : Dynamique de la pauvreté et pratiques agricoles de conservation de l'environnement en milieu rural africain : le cas du plateau Adja au Sud-Bénin. Thèse de Doctorat unique Abomey- Calavi, EDP/ FLASH / UAC, 288 p.

119- HOUNHOUIGAN D. J. et *al.*, (1999). Caractéristiques physico-chimiques et aptitudes agronomiques de quelques variétés de maïs produites au Bénin. In systèmes agraires et agriculture durable en Afrique subsaharienne, IFS, Cotonou ; pp 115-128.

120- HOUSSOU S. C. (1998) : Les bioclimats humains de l'Atacora et leurs implications socioéconomiques dans le Nord- ouest du Bénin. Thèse de doctorat de géographie. UMR 5080, CNRS « climatologie de l'Espace Tropical », Université de Bourgogne, Centre de Recherche de Climatologie ; 336 p.

121- HUMBEL F. X. (1974) : La compacité des sols ferrallitiques du Cameroun : une zonalité dans ce milieu en relation avec la dessiccation saisonnière. Cahiers ORSTOM (Paris), série Pédologie, 12, 1, 1974. pp 73-90.

122- IGUÉ A.M. (2009): Impacts of Land Use on Chemical and Physical Characteristics of Soils in Collines, Benin. Advences in GeoEcology 40. A. Faz Cano, A.R. Mermut, J.M. Arocena et R. Ortiz (Editors). pp 71-80.

123- IGUE A.M. et LANHOUSSI F. (2007) : Rapport de l'étude pour la mise en place d'un Réseau de Recherche-Développement à l'échelle du bassin du fleuve Niger dans la portion Béninoise. Autorité du Bassin du Niger. Niamey, ABN. 49 p

124- IGUÉ A.M. et *al.*, (2006): Land Use/cover Map and their Accuracy in the Oueme Basin of Benin (West Africa). International Conference on Prosperity and Poverty in a Globalized World - Challenges for Agricultural Research". Deutscher Tropentag 2006, Abstract p. 297. Full paper on www.tropentag 2006.de October 11 - 13, 2006 in Bonn.

125- IGUE A. M. (1975) : Un exemple d'innovation agricole dans la basse vallée de l'Ouémé : la riziculture. Mémoire de titularisation en géographie. Centre de Recherches Appliquées ; Porto-Novo ; 30 p

126- IGUE M. A. (1996) : Utilisation des données pédologiques pour une agriculture durable : cas des terres de barre du sud Bénin. In 12ème réunion du Sous-comité Ouest et Centre Africain de corrélation des sols. pp 109-126.

127- IGUE M. A. (2000): The use of a soil and terrain databases for land evaluation procedures-case study of central Bénin. Thèse de Doctorat, University Hohenheim. ISSN 0942-0754. 235 p.

128- IGUE M. A. (2003): Fertilité des terres de barres d'Adingnigon (Commune d'Aplahoué). Actes 4è de l'atelier scientifique Sud du 10 au 12 décembre 2003 à Abomey-Calavi CRA-Centre/INRAB/MAEP/Bénin. pp 246-251.

129- IGUE M. A. (2006) : Le système d'information sur les sols et les terres SLISYS dans le bassin de l'Ouémé. Édition 2 de l'Atelier Scientifique National de recherche Agricole. Résumé des contributions (INRAB/Bénin) ; pp 50-51.

130- IGUE M. A. et *al.*, (2008) : Influence des systèmes d'exploitation agricoles sur l'intensité de la dégradation des terres dans le Département des collines au Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique, Numéro 61. pp 39-51.

131- IGUE M. A. et YOUSOUF I. (1995) : Etude au 1/5000 de l'état de dégradation des sols de la station de recherche sur les cultures vivrières d'Ina. Etude CENAP, Cotonou 317 p.

132- INRAB (1995) : Les sols et leurs potentialités agricoles, les essences forestières. INRAB. 76p.

133- INSAE 1992 : Deuxième Recensement Général de la Population et de l'Habitation. MPRE, Cotonou, 48 p.

134- INSAE (2001) : Etude sur les conditions de vie des ménages ruraux (ECYR2) 1999-2000, profil de pauvreté rurale et caractéristiques socio-économiques des ménages ruraux du département du Mono. Cotonou, 47 p.

135- INSAE (2013) : Résultats provisoires du quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation. 88 p

136- INSAE/RGPH3 (2013) : Conditions d'habitation et ménages. Cotonou, 513 p.

137- ISRIC (2007) : Programme des Nations Unies sur l'évaluation scientifique sur l'état de la dégradation des sols causée par les activités humaines (GLASOD). 9 p

138- JUDEX M. (2009) : Scénarii de modélisation de la dynamique d'utilisation des terres. Impetus Atlas du Bénin. Résultats de Recherche 2000-2010, 3ème Edition. Projet Impetus, Université de Bonn. 430 p

139- JUDEX M. et *al.*, (2009): Dynamique d'utilisation des terres dans le Centre Bénin. Impetus Atlas du Bénin. Résultats de Recherche 2000-2007, 3ème Edition. Projet Impetus, Université de Bonn. pp 67-88

140- KOSSOU K.D. et AHO N. (1993) : Stockage et Conservation des grains alimentaires tropicaux : Principes et Pratiques. Editions du Flamboyant, 125 p.

141- KOSSOU K.D. et AHO N. (1997) : Précis d'agriculture tropicale : Bases et éléments d'application. Editions du Flamboyant, 464p.

142- LAMOUROUX (1954) : Etudes pédologiques de la vallée de l'Ouémé-Bas. Schéma d'ensemble – volume 1; 43 p.

143- LAMOUROUX (1957) : Les crues de l'Ouémé. Apport d'éléments fertilisants dans le Tigbodji. ORSTOM, 39 p.

144- LANOKOU C. M. (2010) : Mise en valeur des terres dans le Hollidjé. Mémoire de maîtrise de géographie, UAC, FLASH, DGAT, 79 p

145- LANOKOU C. M. (2013) : Extrêmes pluviométriques et mise en valeur agricole des terres noires du Sud-Bénin Mémoire de DEA, UAC/EDP/FLASH, 132 p.

146- LAVIGNE Ph. et BOUCHER L. (1995) : Dynamiques paysannes de mise en valeur des bas-fonds en zones humides d'Afrique de l'Ouest; Communication au colloque

"Quel avenir pour les rizicultures de l'Afrique de l'Ouest?" CIRAD-CA/REGARDS, Bordeaux, 4-7 avril 1995 ; pp 55-67

147- LAVIGNE Ph. et *al.*, (1996) : Les bas-fonds en Afrique tropicale humide : stratégies paysannes, contraintes agronomiques et aménagements, 20 p

148- LAWANI M. et *al.*, (1993) : Détermination des coefficients culturaux pour les principales cultures au Bénin. CENAP, Cotonou 323 p.

149- LAWSON L. (2001) : Etude du fonctionnement hydrologique et hydraulique d'un bas-fond en vue de sa mise en valeur : Cas du bas-fond de Sèdjè-Dénou (Zè). Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UNB, Abomey-Calavi, Bénin, 142 p.

150- LE ROY X. et *al.*, (2006): Agriculture irriguée et inégalités sociales dans la vallée du fleuve Sénégal. Actes du séminaire, novembre 2006, Montpelier, France. Cirad, Montpelier, France, Colloques. pp 123-135

151- LENFANT A. (1993) : La place du bas-fond dans le système agraire Wobé, mémoire de fin d'études, AFVP, GRET, ISA, 98p

152- LENORMAND M. (1993) : Transferts de fertilité du coteau vers le bas-fond à Faranah (Guinée), mémoire de fin d'études, Rennes, ENSAR/AFVP ; 87 p

153- LEPRUN J. C. et *al.*, (1986) : Efficacité des pratiques culturales antiérosives testées sous différents climats brésiliens. Cahiers ORSTOM, Série. Pédologie., vol. XXII, n°2 : pp 213-232.

154- LIDON B. et LEGOUPIL C. (1995) : La mise en valeur des bas-fonds en Afrique de l'Ouest : les acquis du CIRAD et de ses partenaires. Rapport annuel 1995, CBF, Bouaké, pp 49-54.

155- LSSEE (2009) : Carte de fertilité des sols du Bénin par zone agro-écologique du Bénin, Rapport final. 133 p

156- MAEP (2009) : Etude du schéma directeur de préfaisabilité et de faisabilité pour la valorisation des ressources naturelles de la basse et moyenne vallée de l'Ouémé. Volume 3, Cotonou ; 134 p

157- MAHAMADOU S. (2007): Diagnostic des modes d'exploitation agricole dans le bassin versant de Karey Gorou pour une gestion durable des ressources naturelles. Mémoire de DEA, UAM, 79 p.

158- MALOUHI N. (1997) : Méthodes d'analyses des sols. PAFPH Cotonou, 1997, 77p.

159- MANGA I. (2003) : Crise agricole dans une Vallee de Casamance : le bassin de Goudomp (Sénegal), Mémoire de maîtrise, Géographie, Université de Rouen, 130p

160- MANKESSI J. (2013) : les contraintes climatiques et bioclimatiques et leurs incidences en agriculture pluviale sur le plateau Babembé (CONGO BRAZAVILLE). Thèse de doctorat 288 p.

161- MARCHAND J-P. (1985) : Contraintes climatiques et espace géographique : le cas irlandais. Caen, Éd. Paradigme, 336 p.

162- MEMENTO de l'agronome (2006) : Réalisation technique du mémento de l'agronome, Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRED). Edition du CIRED Paris 1694 p

163- MONDJANNAGNI A. (1977) : Vie rurale et rapports Villes-Campagnes au Sud de la République populaire du Bénin, Paris, Mouton, 615p

164- MONDJANNAGNI A. (1969) : Contribution à l'étude des paysages végétaux du Bas Dahomey. AM Abidjan, Université d'Abidjan, 186 p

165- MONGBO L.R. et DOSSOU-HOUESSOU A. (2000) : "Le secteur rural : l'héritage colonial et sa gestion jusqu'en 1990" in Paulin HOUNTONDJI (éds), Economie et société : le Bénin, d'hier à demain, Paris, L'Harmattan, pp.75-100

166- MONNIER G. (1965) : Action des matières organiques sur la stabilité structurale des sols. Cahiers ORSTOM (Paris), série Pédologie, vol. X, n" 1, pp. 62-77

167- MULLER J. P. (1972) : Étude macromorphologique des sols appauvris en argile du Gabon. Cahiers ORSTOM (Paris), série Pédologie, vol. X, n" 1, pp. 77-93.

168- NAGO C. M. (1997) : La transformation traditionnelle du maïs au Bénin : détermination des caractéristiques physico-chimiques des variétés en usage; relation avec l'obtention et la qualité des principaux produits dérivés. Thèse de doctorat d'Etat es-sciences. Université Paris-7. Deris Diderot, Paris France. 201 p

169- N'BESSA B. (1997) : Porto-Novo et Cotonou (Bénin) : origine et évolution d'un doublet urbain. Thèse de Doctorat d'Etat es Lettres, Bordeaux, Talence, France, 456p.

170- N'BESSA B. (1999): Les exploitations agricoles des citadins en milieu rural : l'exemple béninois. In Cahier d'Outre-Mer, 52(207), juillet-septembre, pp 275-292.

171- NONI G. TRUJILLO G. et VIENNOT M. (1986) : L'érosion et la conservation des sols en Equateur Cahiers ORSTOM, Série. Pédologie., vol. XXII, n°2 : pp 235-245.

172- NOUATON A. Y. (1989) : Autosuffisance et dépendance alimentaires au Bénin, problèmes et approches de solutions, Mémoire de maîtrise, UAC/FLASH/DGAT. 174 p.

173- OGOUWALE E. (2001) : Vulnérabilité/adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans le département des Collines. Mémoire de maîtrise, UAC/FLASH/DGAT. 119 p.

174- OGOUWALE E. (2004) : Changements climatiques et sécurité alimentaire dans le Bénin méridional, Mémoire de DEA, DGAT/FLASH/ UAC. 95 p.

175- OGOUWALE E. (2006) : Changements climatiques dans le bénin méridional et central : indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire. Thèse de Doctorat Unique de l'Université d'Abomey-Calavi, 302 p.

176- ONASA (1995-2011) : Rapports d'évaluation des campagnes agricoles et perspectives alimentaires au Bénin : Situation par département. ONASA, Cotonou. 113 p

177- ONASA (2008) : Evaluation de la production vivrière 2008 et des perspectives alimentaires pour 2009 au Bénin. Rapport général, Vol 2, pp 94 – 116

178- ONC (1989) : L'activité de suivi de la production agricole par le système d'alerte rapide sur la sécurité alimentaire, 2 vol. ONC, Cotonou 167 p.

179- OUOROU-BARRE F. I. (2007) : Variabilité climatique et production vivrière dans la commune de Tanguiéta, Mémoire de maîtrise, UAC/FLASH/DGAT.75 p.

180- OUOROU-BARRE F. I. (2014) : Contraintes climatiques, pédologiques et production agricole dans l'Atacora (Nord-Ouest Bénin). Thèse de doctorat de l'Université d'Abomey-Calavi ; Bénin. FLASH/ UAC. 241p

181- OREKAN V. O. A. (2007) : Implementation of the local land-use and land-cover change model CLUE-S for Central Benin by using socio-economic and remote sensing data. Thèse de doctorat, Université de Bonn; 204 p

182- OUVER R. et *al.* (1974) : Étude de la relation pH, carence en base sur trois sols hydromorphes des hautes terres malgaches. Agro. Trop., vol. 29, pp. 28-42.

183- PAP (1976) : Principes de classification et d'évaluation des terres pour la République du Bénin. 36 p.

184- PEHAUT Y. (1981) : Des agriculteurs par le feu aux agriculteurs à terroirs. Relations entre agriculture et formations végétales en Afrique tropicale. SEPANRIT, *Bull. de liaison*, n°11, pp. 67-76

185- PELISSIER P. (2006) : «Les interactions rurales urbaines en Afrique de l'Ouest et Centrale», Le bulletin de l'APAD, n° 19, Les interactions rural-urbain : circulation et mobilisation des ressources, [En ligne], mis en ligne le : 12 juillet 2006. Consulté le 5 juin 2012.

186- PFEIFFER V. (1988) : Agriculture au Sud Bénin : passé et perspectives, Paris, l'Harmattan, 172p.

187- PNE (2010) : Défis et orientations stratégiques pour la valorisation durable des vallées du Bénin, 36p

188- POL F. GOGAN A. et DAGBENONBAKIN (1993) : L'épuisement des sols et sa valeur économique dans le département du Mono. INRAB, Cotonou, Bénin, 62 p.

189- ROOSE E. (1994) : Introduction à la gestion conservatoire de l'eau de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES)'' Bulletin FAO n°70, 42 p.

190- ROUFAÏ C. M. (1991) : Les crues du fleuve Ouémé et leurs incidences biogéographiques dans la basse vallée entre les latitudes de Bonou et d'Adjohoun. Mémoire de maîtrise, Géographie ; Université Nationale du Bénin ; 108 p.

191- RUTHENBERG H. (1980): Farming systems in the tropics, London: Oxford University press, 3rd edition, 235 p.

192- SCDA-BONOU (2012) : Compendium des Rapports annuels sur les campagnes agricoles de 1998 à 2012 ; 346 p

193- SEDAGRI (1971): Aménagement hydro-agricole pilote dans la vallée de l'Ouémé : Dahomey : études socio-agro-économique : tome 3 : Économie. Paris, pp. 5-30.

194- SEDAGRI (1973): Aménagement hydro-agricole pilote dans la vallée de l'Ouémé : Dahomey. Phase I: étude d'extension sur la rive droite de l'Ouémé. Paris 1973, 46 p.

195- SEDAGRI (1974) : Aménagement hydro-agricole pilote dans la vallée de l'Ouémé : Dahomey : phase II : étude de faisabilité d'aménagement de la rive droite de l'Ouémé : socio démographie. Paris, 58 p.

196- SCHWARTZ D. (1995) : Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. 4è édition. Editions médicales Flammarion, Paris, 314 p.

197- SOSSA B. (2001) : Contribution à la mise en valeur de la plaine d'inondation du lac Toho à Kponou (S/P Athiémé, Département du Mono). Thèse d'ingénieur Agronome, FSA/UNB, Abomey-Calavi, Bénin, 84 p.

198- SOUNON B .B. (2001): Facteurs pédologiques, biologiques et socio-économiques de mise en jachère des terres dans le secteur de Wari–Maro Igbomakro. Mémoire de DEA/EDP/FLASH/UNB ; 91 p.

199- STANLEY L.C, **(1993)** : Travail minimum mécanisé et culture sans labour en station expérimentale. Guide de recherche de l'IITA n°11, 19p

200- SVENDSEN M. (2000): A vision of water for food and rural development. World Water Vision. 29 pages

201- TENTE B. (2000) : Dynamique actuelle de l'occupation du sol dans le massif de l'Atacora : Secteur Perma-Toucountouna. Mémoire de DEA de Géographie, UAC/FLASH/EDP, 83 p.

202- TIKER T. (2006) : Economie rurale, Economie, FASEC, Université de Kinshassa. 49p

203- TOGBE F. (1996) : Dynamique superficielle des terres dans la sous-préfecture de Zê : Approche typologique et cartographique. Mémoire de maîtrise de géographie, FLASH, Abomey-Calavi, 88 p.

204- TOHOZIN A.Y. (1999) : Politiques agricoles, stratégies paysannes et dynamique de l'espace rural dans les basses vallées de l'Ouémé au Bénin et de la Volta au Ghana. Thèse de doctorat Unique, Université Montpellier III, 511 p.

205- TOKO I. M. et DA MATHA SANT'ANNA M. (1999) : Evolution de l'utilisation du terroir dans la sous-préfecture de Banikoara (Nord-Bénin). Cahiers agricultures 1999, 8 pp 135-141.

206- TOTIN V.S.H. (2010) : Sensibilité des eaux souterraines du bassin sédimentaire côtier du Bénin à l'évolution du climat et aux modes d'exploitation : Stratégies de gestion durable. Thèse de Doctorat nouveau régime, EDP/FLASH, 234 p.

207- TOUKON C. (2001) : Caractérisation de la variabilité du régime hydrologique Ouest-africain et ses impacts sur la production vivrière : Cas du maïs au Bénin. Mémoire d'ingénieur agronome. FSA/UAC, 105p

208- TRAN V. et BOKO M. (1976) : Recueil des méthodes d´analyses des sols. Principes, techniques et calculs. Etude n° 156 CENAP-Cotonou ; 76 p

209- VIDIE H. (2008) : Fertilité chimique du sol : Savoir interpréter les analyses pour gérer les apports d'éléments majeurs (phosphore, potasse, magnésie) en maraîchage biologique. Dossier fertilité chimique du sol ; 4p

210- VIGNIGBE J. (1992) : Contraintes climatiques et développement agricole sur le plateau d'Abomey. Mémoire de maîtrise de géographie, UNB, Abomey-Calavi : 110p.

211- VISSIN W. E (2001) : Contribution à l'étude de la variabilité des précipitations et des écoulements dans le bassin béninois du fleuve Niger. DEA, UAC/FLASH/EDP, 52 p.

212- VISSIN W. E. et *al.*, (2010) : Facteurs pédo-hydroclimatiques et sociotechniques du développement agricole dans les Tchi (Bénin, Afrique de l'Ouest). Annales de la Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines ; Université d'Abomey-Calavi (Bénin) ; N°16, décembre 2010, pp. 110-120

213- VLAAR J.C.J., (1992) : Les techniques de conservation des eaux et des sols dans les pays du Sahel. CIEH. Burkina Faso, UAW, Ouagadougou, Wageningen. 86 p

214- VODONOU J. B. K. (2002): Les systèmes d'exploitation des ressources naturelles et leurs impacts sur les écosystèmes dans la vallée de la Sô. Mémoire de DEA en gestion de l'environnement, EDP/FLASH/UAC, 90 p.

215- WANEUKEM V. et GANRY F. (1992) : Relations entre les formes d'azote organique du sol et l'azote absorbé par la plante dans un sol ferralitique du Sénégal. Cahiers ORSTOM, Série. Pédologie., vol. XXVII, n°1 : pp 97-108.

216- WOKOU G. (2007) : Production agricole à Ouinhi : importance socio-économique et environnementale. Mémoire de maîtrise de Géographie, UAC, 78 p

217- WOKOU G., OGOUWALE E., YABI I. ET DOMINGO E. (2012) : Tendances climatiques et mutations agricoles dans le bassin du Zou au Bénin (Afrique de l'Ouest). In Publication de l'AIC 2012, pp 775-780.

218- WOKOU G. **(2014)** : Croissance démographique, rythme climatique et mutations agricoles et environnementales dans le bassin du Zou au Bénin. Thèse de doctorat Unique de Géographie. Université d'Abomey-Calavi. 248p

219- YABI et *al.*, (2007) : Recherche sur la variabilité de l'humidité relative dans le centre du Bénin (Afrique de l'Ouest). In Climat et Développement, numéro3, pp 55 – 65.

220- YABI I. **(2008)** : Etude de l'Agroforesterie à base de l'anacardier et des contraintes climatiques liées à son développement dans le centre du Bénin. Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH/UAC. 234p.

221- YONI M. et *al.*, (2007) : Dynamics of soil organic matter in the sudanian savannahs of Burkina-Faso.http:/ les cartes\les sols internet \ sol de la savane de Burkina.htm ; 67 p.

Webographie

http://id.erudit.org/iderudit/031042ar consulté le 10 mars 2011 à 16 h30
http://www.worldbank.org/ida, consulté le 24 mars 2012 à 22 h
http://id.erudit.org/iderudit/031042ar, consulté le 24 mars 2012 à 22h30
http://www.Wikipédia.htm, consulté le 25 octobre 2012 à 17 heures
http://www.heartland.org, consulté le 25 décembre 2013 à 11 heures
http://www.cra-segou.org/spip.php?article691, consulté le 10 décembre 2013 à 18 h
http://www.fao.org/docrep/009/ag259f/ag259f00.htm, consulté le 10 décembre 2013 à 19 h
http://www.fao.org/docrep/009/ag259f/ag259f00.htm, consulté le 10 décembre 2013 à 19 h
http://www.memoireonline.com/02/11/4217/m_Etude-comparative-des-couts-des-amenagements-hydro-agricoles-dans-la-vallee-du-fleuve-Senegal-de7.html
http://books.google.fr/books?id=1pvq1T8vjJ8C&pg=PA113&lpg=PA113&dq=am%C3%A9nagement+hydro+agricole, consulté le 13 avril 2014 à 9h
http://books.google.fr/books?id=DVn7TWmp3XQC&pg=PA102&lpg=PA102&dq=am%C3%A9nagement+hydro+agricole+dans+vallee consulté le 14 août 2014 à 19 h
http://www.boad.org/fr/projet-damenagement-hydro-agricole-de-la-basse-vallee-du-fleuve-mono-au-togo, consulté le 13 avril 2014 à 19h30 min
http://isidoredd.documentation.developpement-durable.gouv.fr, consulté le 2 avril 2014 à 20h
http://uved.univ-lemans.fr/Grain-1_Kit_1-Bilan/co/grain_Exo_03.html
http://www.fao.org/ag/AGL/AGLW/cropwater/maize.stm#yield, consulté le 12 mars 2014 à 16 heures

Liste des publications scientifiques

N°	TITRES	AUTEURS	REVUES
1	Implications socio-économiques des crues dans la commune de Bonou (Bénin, Afrique de l'Ouest)	**HOUNKANRIN J. Barnabé**, DONOU Blaise et OGOUWALE Euloge	Actes du XXIVème colloque de l'Association Internationale de Climatologie (AIC), ISSN : 1840-5452, ISBN-10 : 99919-58-64-9, Septembre 2013, Cotonou, 447-452 pp.
2	Effets environnementaux de la culture de l'igname dans la commune de Ouèssè (BENIN, AFRIQUE DE L'OUEST)	Hervé B. I. CHABI, **Barnabé J. HOUNKANRIN**, Ibouraïma YABI et Euloge OGOUWALE	Revue Sciences de l'Environnement. LaRBE, Université de Lomé (Togo), n° spécial 2014 ; ISSN : 1812-1403, 9-22 pp.
3	Adaptations paysannes aux contraintes biophysiques à la mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouéme à Bonou (Bénin, Afrique de l'ouest)	**Barnabé HOUNKANRIN**, Euloge OGOUWALE, Yves Antoine TOHOZIN	Annales de la Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines Université d'Abomey-Calavi (Bénin) ; Vol 2, N°18, décembre 2012, pp.245-256
4	Stratégies d'adaptation paysanne à la variabilité climatique à Boukombé (Bénin, Afrique de l'Ouest)	Imorou OUOROU BARRE, **Barnabé HOUNKANRIN**, Euloge OGOUWALE, Mouïnou Attanta IGUE, Michel BOKO	4èmes Colloque de l'Université, d'Abomey-Calavi des Sciences, Cultures et Technologies, Septembre 2013 Cotonou-Bénin
5	Tendances thermométriques dans la Commune de Natitingou	Elyette OYEDOKOU, **Barnabé HOUNKANRIN**, Euloge OGOUWALE	Actes du 2èmes Colloque Scientifiques de l'Université, d'Abomey-Calavi, ISSN : 1840-5851, Mai 2009, Cotonou-Bénin, 166-175 pp.
6	Savoirs paysans et gestion de la fertilité des sols dans la Commune de Bonou (Bénin, Afrique de l'Ouest)	**Barnabé HOUNKANRIN**, Ibouraïma YABI, Toussaint VIGNINOU, Benoit N'BESSA	En cours dans la Revue en ligne Afrique Science
7	Vulnérabilité alimentaire des ménages dans la commune de Sô-Ava (Bénin, Afrique de l'ouest)	Louis AHOMADIKPOHOU ; **Barnabé HOUNKANRIN** ; Toussaint VIGNINOU ; Euloge OGOUWALE	En cours dans la Revue European Scientific Journal
8	Modes d'accès aux terres agricoles dans la Commune lacustre de Sô-Ava (Bénin ; Afrique de l'Ouest)	AHOMADIKPOHOU D. Louis, **HOUNKANRIN Barnabé**, VIGNINOU Toussaint	En cours dans la Revue Ahɔhɔ du LARDYMES (Togo)
9	Facteurs pédo-climatiques de la production de la patate douce dans la Commune de Bonou	**Barnabé HOUNKANRIN**, Ibouraïma YABI, Toussaint VIGNINOU, Benoit N'BESSA	En cours

Liste des figures

Figure 1 : Répartition des fosses pédologiques ouvertes 40
Figure 2 : Triangle textural ou diagramme textural 51
Figure 3: Adapté du modèle SWOT pour l'analyse des résultats 55
Figure 4: Situation géographique de la Commune de Bonou 58
Figure 5: Unités morphologiques de la Commune de Bonou 60
Figure 6 : Répartition des bas-fonds dans la Commune de Bonou 61
Figure 7: Répartition spatiale des types de sol dans la Commune de Bonou..... 63
Figure 8: Variations moyennes mensuelles des précipitations sur la période 1971-2010..... 80
Figure 9 : Régime thermométrique dans la Commune de Bonou 82
Figure 10: Evolution de l'humidité mensuelle 83
Figure 11: Occupation du couvert végétal dans la Commune de Bonou 84
Figure 12 : Réseau hydrographique de la Commune de Bonou..... 86
Figure 13: Régime hydrologique du fleuve Ouémé dans la Commune de Bonou..... 87
Figure 14: Evolution de la population de la Commune de Bonou de 1979 à 2013 88
Figure 15: Répartition par arrondissement de la population de la Commune de Bonou 90
Figure 16 : Aptitude culturale des sols pour la culture du maïs..... 105
Figure 17 : Aptitude culturale des sols pour la culture du manioc..... 109
Figure 18 : Aptitude culturale des sols pour la culture du riz 113
Figure 19 : Aptitude culturale des sols pour la culture du niébé..... 117
Figure 20 : Aptitude culturale des sols pour la culture de la patate douce..... 121
Figure 21 : Unités d'occupation du sol en 1986, 2000 dans la Commune de Bonou 129
Figure 22 : Unités d'occupation du sol en 2000 et 2013 dans la Commune de Bonou 132
Figure 23 : Unités d'occupation du sol en 1986 et 2013 dans la Commune de Bonou 134
Figure 24: Modes d'accès aux terres agricoles dans la Commune de Bonou 139
Figure 25 : Indices pluviométriques de la Commune de Bonou 172
Figure 26 : Diagramme ombro-thermique à Bonou de 1971 à 2010 173
Figure 27 **:** Indices des rendements et des pluies de 1998 à 2011 à Bonou 175
Figure 28: Stress hydrique pendant les phénophases du maïs en 1999..... 178
Figure 29: Stress hydrique aux phases phénologiques du maïs en 2006 180
Figure 30 : Stress hydrique aux phases phénologiques du niébé en 1999 182
Figure 31 : Stress hydrique aux phases phénologiques du niébé en 2006 184
Figure 32: Estimation des pertes de production par culture en 2010 189

Liste des tableaux

Tableau I : Exigences climatiques des cultures..... 32
Tableau II : Effectifs des ménages choisis par arrondissement..... 35
Tableau III: Liste de matériaux utilisés pour la collecte des données pédologiques 36
Tableau IV : Fosses pédologiques ouvertes et leurs coordonnées 38
Tableau V: Relation entre texture du sol, vitesse d'infiltration, réserve utile et point de flétrissement 45
Tableau VI : Matrice d'identification et d'analyse des pratiques agricoles 45
Tableau VII: Grille d'interprétation des valeurs du pH 47
Tableau VIII: Grille d'interprétation de la teneur en azote 48

Tableau IX: Grille d'interprétation du CEC et du taux de saturation 48
Tableau X: Grille d'interprétation de la saturation du sol en bases 49
Tableau XI: Grille d'interprétation du sol en phosphore 49
Tableau XII : Grille d'interprétation des indices texturaux des sols 50
Tableau XIII: Grille d'interprétation du pourcentage de l'argile, limon et du sable 50
Tableau XIV : Grille d'interprétation de l'aptitude culturale des sols 52
Tableau XV: Grille d'interprétation de l'intensité des limitations 53
Tableau XVI: Grille d'interprétation de l'Intensité des limitations par classe 54
Tableau XVII: Grille de détermination des classes de sol 54
Tableau XVIII: Grille d'interprétation du critère d'évaluation de la fertilité des sols 54
Tableau XIX: Fosses pédologiques réalisées 65
Tableau XX : Caractéristiques édaphiques des sols 78
Tableau XXI : Classification des sols par rapport à leur degré de fertilité 94
Tableau XXII: Caractéristiques physico-chimiques des sols dans la Commune de Bonou 97
Tableau XXIII : Synthèse des exigences édaphiques des cultures ciblées 101
Tableau XXIV : Evaluation des caractéristiques physico-chimiques du milieu pour la culture du maïs 103
Tableau XXV : Evaluation des caractéristiques physico-chimiques du milieu pour la culture du manioc 107
Tableau XXVI : Evaluation des caractéristiques physico-chimiques du milieu pour la culture du riz 111
Tableau XXVII : Evaluation des caractéristiques physico-chimiques du milieu pour la culture du niébé 115
Tableau XXVIII : Evaluation des caractéristiques physico-chimiques du milieu pour la culture de la patate douce 119
Tableau XXIX: Synthèse de l'aptitude culturale des sols pour les cultures choisies 123
Tableau XXX : Evolution de la superficie des unités d'occupation du sol entre 1986 et 2000 130
Tableau XXXI : Evolution des superficies des unités d'occupation du sol en 2000 et 2013 133
Tableau XXXII: Evolution des superficies des unités de sols entre 1986 et 2013 135
Tableau XXXIII: Coût de la main-d'œuvre payée pour des activités agricoles 140
Tableau XXXIV: Calendrier agricole en agriculture pluviale 143
Tableau XXXV : Calendrier agricole en culture de décrue 144
Tableau XXXVI : Principales rotations et leurs avantages 150
Tableau XXXVII: Projets et programmes récents de valorisation de la vallée à Bonou 162
Tableau XXXVIII : Exigences climatique du maïs 167
Tableau XXXIX: Exigences climatique du niébé 168
Tableau XL : Exigences climatiques du riz 169
Tableau XLI: Exigences climatiques du manioc 170
Tableau XLII : Exigences climatiques de la patate douce 171
Tableau XLIII: Indices pluviométriques de la Commune de Bonou 172
Tableau XLIV : Type de rendement en fonction des pluies 176
Tableau XLV : Superficies de cultures inondées en 2010 dans la Commune de Bonou 188
Tableau XLVI : Estimation des pertes de revenus agricoles 189
Tableau XLVII : Typologie des durées de jachère en fonction de la catégorie des paysans . 202

Liste des photos

Photo 1 : Sol ferrallitique à Allankpon 66
Photo 2 : Sol peu évolués alluvial hydromorphe à Hounviguè 68
Photo 3 : Sols ferrallitiques du profil Hounk 3 à Agbomahan 71
Photo 4 : Séance de prélèvement des horizons du profil Hounk4 à Gboa 73
Photo 5 : Trou pédologique d'un vertisol à Lohoungbodjè 75
Photo 6 : Coupe-coupe « Adjaba » 145
Photo 7: Association de cultures pendant la décrue à Asrossa 149
Photo 8: Champ de patate douce sur billon dans la plaine d'inondation à Atchonsa 154
Photo 9 : Champ de maïs totalement inondé par les eaux de crues de 2010 à Asrossa 187
Photo 10 : Aspect d'un sol hydromorphe en saison sèche à Hounviguè 192
Photo 11 : Technique de billonnage pour fertiliser le sol à Agbomahan 203
Photo 12 : Champ de riz protégé par des filets pour lutter contre les oiseaux rongeurs 205
Photo 13 : Construction des casiers avec diguette 208
Photo 14: Séance d'arrosage du sol avant labour à Atchonsa 209
Photo 15: Paysan avec branchages de palmier au dos pour se protéger contre le soleil 211

Liste des planches

Planche 1 : Fosses pédologiques ouvertes à Gboa (à gauche) et à Allankpon (à droite) 39
Planche 2 : Champs de maïs et d'arachide en monoculture 147
Planche 3 : Champs d'association de cultures à Agonhoui et Allankpon 148
Planche 4 : Techniques de billonnage sur terres du plateau et dans la plaine 153
Planche 5 : Drains réalisés pour l'évacuation du surplus d'eau dans les champs 207
Planche 6: Stratégie d'apport d'eau par motopompe sur les parcelles à cultiver 209
Planche 7: Abris de fortune fabriqués par les paysans dans les champs 211

ANNEXES

Annexe 1 : questionnaire à l'endroit des ménages agricoles

Ce questionnaire est élaboré dans le cadre d'une recherche intitulé : « Mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la commune de Bonou : diagnostic et trajectoire ». Cette recherche vise à étudier les atouts et contraintes de la production agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou.

NUMÉRO DU QUESTIONNAIRE (NE RIEN ECRIRE ICI) /_____/_____/_____/

N°	Questions	Réponses	Code	Saut
Q00	Numéro du questionnaire	/____/____/___/		
Q01	Arrondissement	Atchonsa Damè-Wogon Bonou-centre Affamé Hounviguè	1 2 3 4 5	
Q02				
Q03	Village	_____	/____/___/	
Q04	Profession de l'enquêté			
	Date d'enquête	/____/____//____/____//____/____/		
Q05	Nom et prénoms de l'enquêté (e)	_____		
Q06	Contact de l'enquêté (tél.)	_____		
Q07	Sexe de l'enquêté (e)	Masculin (1) Féminin (2)	/____/	
Q09	Age de l'enquêté	/____/____/		
Q10	Depuis combien d'années êtes-vous ici ?	/____/____/		
Q11	Combien de saisons disposez-vous ?			
Q12	Comment répartissez-vous ces saisons ?			
Q13	Comment avez-vous acquis la terre que vous mettez en valeur ?	Héritage Don Achat Emprunt Location Autres	1 2 3 4 5 6	
Q14	Quels types de sol cultivez-vous ?			
Q15	Quelles sont les cultures que développez-vous sur ces terres ?	Maïs Manioc Patate douce Piment Tomate Riz Arachide Autres (A préciser)	1 2 3 4 5 6 7	
Q16	Utilisez-vous des produits chimiques pour les productions agricoles ?	Oui Non	1 0	
Q17	Si oui, lesquelles ?	Engrais chimiques Herbicides Autres (à préciser)	1 2 3	
		Mars Avril	1 2	

N°	Questions	Réponses		Code	Saut
Q18	Quels sont les mois déterminants pour la production agricole en matière d'abats pluviométriques ?		Mai	3	
			Juin	4	
			Juillet	5	
			Août	6	
			Septembre	7	
			Octobre	8	
			Novembre	9	
Q19	Parmi ces mois, pendant le(s)quel (s) enregistrez-vous de fortes hauteurs de pluies ?		Mars	1	
			Avril	2	
			Mai	3	
			Juin	4	
			Juillet	5	
			Août	6	
			Septembre	7	
			Octobre	8	
			Novembre	9	
Q20	Parmi ces mois, pendant le(s)quel(s) enregistrez-vous de faibles hauteurs de pluies ?		Mars	1	
			Avril	2	
			Mai	3	
			Juin	4	
			Juillet	5	
			Août	6	
			Septembre	7	
			Octobre	8	
			Novembre	9	
Q21	Parmi ces mois, pendant le(s)quel(s) enregistrez-vous de fortes chaleurs ?		Mars	1	
			Avril	2	
			Mai	3	
			Juin	4	
			Juillet	5	
			Août	6	
			Septembre	7	
			Octobre	8	
			Novembre	9	
Q22	Parmi ces mois, pendant le(s)quel(s) enregistrez-vous de faible chaleur ?		Mars	1	
			Avril	2	
			Mai	3	
			Juin	4	
			Juillet	5	
			Août	6	
			Septembre	7	
			Octobre	8	
			Novembre	9	
Q23	Comment les vents extrêmes se manifestent-ils dans votre localité ?				
Q24	Quelles sont les ressources en eau utilisées pour la production agricole ?		Eau de pluies	1	
			Eau des étangs	2	
			Eau du fleuve Ouémé	3	
			Autres, à préciser	4	
		Inondation/crue	Mars	1	
			Avril	2	
			Mai	3	
			Juin	4	
			Juillet	5	
			Août	6	
			Septembre	7	
			Octobre	8	
			Novembre	9	
		Sécheresse	Mars	1	

N°	Questions	Réponses		Code	Saut
Q25	Quelles sont les périodes d'occurrence des inondations et des sécheresses ?		Avril	2	
			Mai	3	
			Juin	4	
			Juillet	5	
			Août	6	
			Septembre	7	
			Octobre	8	
			Novembre	9	
		Vents violents	Mars	1	
			Avril	2	
			Mai	3	
			Juin	4	
			Juillet	5	
			Août	6	
			Septembre	7	
			Octobre	8	
			Novembre	9	
		Fortes chaleurs	Mars	1	
			Avril	2	
			Mai	3	
			Juin	4	
			Juillet	5	
			Août	6	
			Septembre	7	
			Octobre	8	
			Novembre	9	
Q26	Ces catastrophes surviennent-elles de la même manière qu'auparavant ?		Oui	1	
			Non	2	
Q27	Si non, commentaire !				
Q28	Parmi les catastrophes climatiques, citez celle qui est plus fréquente ?				
Q29	Quelle est sa fréquence d'occurrence ?		Annuelle	1	
			Deux fois l'an	2	
Q30	Quelles sont les cultures les plus touchées par les crues ?	Inondation/crue			
		Sécheresse			
		Vents violents			
		Fortes chaleurs			
Evaluation des contraintes climatiques sur l'agriculture					
Q31	Qu'est-ce-qui détermine plus le rendement agricole ?		Hauteurs de pluie	1	
			Techniques culturales	2	
			Main-d'œuvre agricole	3	
			Type de sol	4	
			Organisation du travail	5	
			Type de culture	6	
			Superficie des emblavures	7	
			Autres	8	
Q32	Combien d'hectares emblavez-vous par saison ?				

N°	Questions	Réponses		Code	Saut
Q35	Comment appréciez-vous l'évolution de ces productions ?		augmentation	1	
			diminution	2	
Q36	Quelles sont les difficultés que rencontrez-vous ?		Semis tardif	1	
			Accès difficile au champ	2	
			Impossibilité de récolte pendant la crue	3	
			Impraticabilité des routes	4	
			Manque d'eau pendant la décrue	5	
			Autres (à préciser)	6	
Q37	Quels sont les impacts des sécheresses prolongées ?		Semis tardif	1	
			Semis répété	2	
			Baisse de revenu	3	
			Famine	4	
			Exode rural	5	
			Baisse de rendements agricoles	6	
			Autres (à préciser)	7	
Q38	Quels sont les impacts des inondations prolongées ?		Semis tardif	1	
			Semis répété	2	
			Baisse de revenu	3	
			Famine	4	
			Exode rural	5	
			Baisse de rendements agricoles	6	
			Autres (à préciser)	7	
Q39	Quelle est la durée maximale des inondations ?		1 mois		
			2 mois		
			3 mois et plus		
Q40	Faites-vous de billons/buttes ?		Oui	1	
			Non	2	
Q41	Quelles sont les cultures que vous ne développez pratiquement pas dans votre localité ?				
Q42	Quelles sont les raisons qui expliquent le non développement de ces cultures ?				
Q43	Cultivez-vous pendant toutes les saisons pluvieuses ?	Maïs	Oui	1	
			Non	2	
		Niébé	Oui	1	
			Non	2	
Q44	Quelle est la durée de stockage des productions/produits ?	Maïs	(En mois)		
		Niébé	(En mois)		
Q45	Quel est l'état des voies des marchés d'écoulement de vos produits en saison de pluies ?	Bon		1	
		Mauvais		2	
		Très mauvais		3	
Q46	Quels moyens utilisez-vous pour le transport des produits ?		Tête	1	
			Bicyclette	2	
			Moto	3	
			Bachée	4	
			Camion	5	
			Autres (à préciser)	6	
Stratégies d'adaptation aux diverses contraintes					
Q47	Quelles sont les techniques que développez-vous en cas des inondations ?				
Q48	Quelles sont les techniques que développez-vous en cas des sécheresses ?				
Q49	Quelles sont les techniques que développez-vous en cas de forte chaleur ?				
Q50	Quelles sont les techniques que développez-vous en cas de faible chaleur ?				
Q51	Quelle est la taille de votre ménage ?				
Q52	Votre famille participe-t-elle aux travaux				

N°	Questions	Réponses	Code	Saut
	champêtres ?			
Q53	Faites-vous partie des formes d'association et/ou d'entraide ?	Oui Non	1 2	
Q54	Utilisez-vous la main-d'œuvre payante pour vos travaux ?	Oui Non	1 2	
Q55	Quelles sont les pratiques religieuses que développez-vous en cas de catastrophe naturelle ?	Sacrifices aux divinités pour solliciter leur clémence Prières dans les églises Sollicitation des faiseurs de pluies Autres (à préciser)	1 2 3 4	
Q56	Si 1, lesquelles ?			
Q57	Quels sont vos moyens de préparation des champs ?	Défrichement Brûlage Feu de végétations Autres	1 2 3 4	
Q58	Quels sont vos outils de travail ?	Coupe-coupe Houe Hache Motoculteur Autres (à préciser)	1 2 3 4 5	
Q59	Quelle(s) méthode(s) de culture adoptez-vous ?	Culture pure Culture multiple	1 2	
Q60	Si 1, quelle (s) culture (s) cultivez-vous ?			
Q61	Si 2, quelle (s) mode (s) ?	Associée Successive	1 2	
Q62	Si 1, quelles sont les cultures associées ?			
Q63	Si 2, quelles sont les cultures qui se succèdent ?			
Q64	Combien de fois l'entretien a eu lieu avant les récoltes ?			
Q65	Cet entretien se fait-il à l'aide de quel (s) outil (s) ?	Houe Coupe-coupe Motoculteur Autres	1 2 3 4	
Q66	Utilisez-vous de technologies modernes ?	Oui Non	1 0	
Q67	Si 1, lesquelles ?	Engrais chimiques Insecticides Herbicides Autres (à préciser)	1 2 3 4	
Q68	Que souhaitez-vous pour les jours à venir pour améliorer vos rendements ?			
Q69	Commentaire libre sur projets initiés par les Gouvernements pour valoriser la vallée de l'Ouémé dans votre Commune			

Je vous remercie.

Annexes 2 : **Résultats analytiques de (32) échantillons de sols**

Nom du profil	Hounk 1	Hounk 1	Hounk 1	Hounk 1
N° Enregistrement	32415	32416	32417	32418
Horizon				
Profondeur cm	0 - 23	23 - 48	48 - 87	87 - 120
Refus % (mm)				
0 - 2 µ %	7,05	23,13	44,25	22,87
2 - 20 µ %	5,04	3,56	2,86	3,81
20 - 50 µ %	0,73	0,49	0,50	0,49
50 - 200 µ %	26,76	21,77	14,70	21,45
200 – 2000 µ %	59,90	51,04	37,98	52,32
C %	1,30	0,51		
N %	0,067	0,059		
C/N	19	9		
M. O.%	2,23	0,88		
pH_{eau} (1/2,5)	5,5	5,0	4,9	5,2
pH_{KCl} (1/2,5)	5,4	4,7	4,8	4,9
Cond.élec. 20 ms/cm				
Ca++ éch .méq/100g	2,615	1,267	1,921	2,108
Mg++éch.méq/100g	0,696	0,859	1,003	0,925
K+ éch.méq/100g	0,208	0,197	0,102	0,084
Na+ éch.méq/100g	0,203	0,259	0,205	0,197
Som. cations méq/100g	3,722	2,582	3,231	3,314
CEC méq/100g	8,20	10,40	13,00	16,60
%V=S/T *100	45	25	25	20
P_{ass}.Bray I ppm	4	2		
P_{Total} ppm				

Nom du profil	Hounk 2	Hounk 2	Hounk 2	Hounk 2
N° Enregistrement	32419	32420	32421	32422
Horizon				
Profondeur cm	0 - 18	18 - 50	50 - 80	80 - 120
Refus % (mm)				
0 - 2 µ %	49,95	40,97	47,76	26,32
2 - 20 µ %	3,53	23,92	26,93	13,16
20 - 50 µ %	0,48	12,67	15,46	9,60
50 - 200 µ %	13,98	21,18	8,40	49,67
200 – 2000 µ %	33,13	1,63	0,39	2,76
C %	1,97	1,01		
N %	0,137	0,090		
C/N	14	11,27		
M. O.%	3,39	1,74		
pH_{eau} (1/2,5)	4,1	4,2	5,0	5,1
pH_{KCl} (1/2,5)	3,7	3,6	4,2	4,1
Cond.élec. 20 ms/cm				
Ca++ éch .méq/100g	7,313	8,450	7,526	9,050
Mg++éch.méq/100g	2,627	3,129	2,574	3,434
K+ éch.méq/100g	0,364	0,171	0,156	0,153
Na+ éch.méq/100g	0,314	0,272	0,284	0,333
Som. cations méq/100g	10,619	12,022	10,540	12,970
CEC méq/100g	22,20	25,20	17,20	21,20
%V=S/T *100	48	48	61,276	61,178
P_{ass}.Bray I ppm	8	11		
P_{Total} ppm				

Nom du profil	Hounk 3	Hounk 3	Hounk 3	Hounk 3	Hounk 3
N° Enregistrement	32423	32424	32425	32426	32427
Horizon					
Profondeur cm	0 – 17	17 - 40	40 - 57	57 - 84	84 - 120
Refus % (mm)					
0 - 2 µ %	36,64	6,26	6,78	8,54	44,12
2 - 20 µ %	20,98	3,00	2,76	3,77	30,58
20 - 50 µ %	15,29	0,48	0,72	0,48	14,03
50 - 200 µ %	26,13	28,89	31,43	30,92	11,12
200 – 2000 µ %	0,69	63,44	59,86	57,00	1,22
C %	0,67	0,51			
N %	0,067	0,04			
C/N	9,99	13,98			
M. O.%	1,16	0,88			
pH_{eau} (1/2,5)	5,3	5,02	5,25	4,96	4,78
pH_{KCl} (1/2,5)	5,1	4,62	4,72	4,45	4,12
Cond.élec. 20 ms/cm					
Ca++ éch .méq/100g	1,071	0,816	0,823	0,432	0,589
Mg++éch.méq/100g	0,491	0,410	0,079	0,097	0,304
K+ éch.méq/100g	0,144	0,113	0,099	0,120	0,106
Na+ éch.méq/100g	0,185	0,182	0,226	0,173	0,149
Som. cations méq/100g	1,891	1,520	1,227	0,821	1,148
CEC méq/100g	7,20	6,600	7,20	8,20	10,80
%V=S/T *100	26,265	23,028	17	10	11
P_{ass}.Bray I ppm	9	3			
P_{Total} ppm					

Nom du profil	Hounk 4	Hounk 4	Hounk 4
N° Enregistrement	32428	32429	32430
Horizon			
Profondeur cm	0 - 14	14 - 42	42 - 120
Refus % (mm)			
0 - 2 µ %	27,57	47,05	57,23
2 - 20 µ %	4,01	33,35	33,38
20 - 50 µ %	0,48	13,40	5,60
50 - 200 µ %	23,90	5,22	2,96
200 – 2000 µ %	45,95	0,86	1,24
C %	2,09	1,29	
N %	0,160	0,101	
C/N	13	13	
M. O.%	3,60	2,23	
pH_{eau} (1/2,5)	4,59	4,92	4,86
pH_{KCl} (1/2,5)	4,14	4,07	3,69
Cond.élec. 20 ms/cm			
Ca++ éch .méq/100g	9,107	9,353	7,381
Mg++éch.méq/100g	3,847	4,663	5,302
K+ éch.méq/100g	0,511	0,220	0,184
Na+ éch.méq/100g	0,254	0,329	0,438
Som. cations méq/100g	13,720	14,564	13,304
CEC méq/100g	24,80	25,00	28,20
%V=S/T *100	55	58	47
P_{ass}.Bray I ppm	15	16	
P_{Total} ppm			

Nom du profil	Hounk 5	Hounk 5	Hounk 5	Hounk 5
N° Enregistrement	32431	32432	32433	32434
Horizon				
Profondeur cm	0 - 10	10 - 27	27 - 80	80 - 120
Refus % (mm)				
0 - 2 µ %	83,02	61,94	89,69	88,82
2 - 20 µ %	14,56	21,11	8,76	6,72
20 - 50 µ %	0,52	4,27	0,76	0,81
50 - 200 µ %	1,44	11,18	1,70	3,05
200 – 2000 µ %	0,70	2,23	0,41	0,92
C %	3,63	1,27		
N %	0,277	0,134		
C/N	13,09	9,47		
M. O.%	6,26	2,19		
pH_{eau} (1/2,5)	4,69	4,24	3,68	3,58
pH_{KCl} (1/2,5)	4,1	3,65	3,41	3,46
Cond.élec. 20 ms/cm				
Ca++ éch .méq/100g	13,234	10,832	7,977	7,005
Mg++éch.méq/100g	5,629	4,796	3,510	2,927
K+ éch.méq/100g	0,176	0,124	0,104	0,108
Na+ éch.méq/100g	0,446	0,446	0,748	1,426
Som. cations méq/100g	19,486	16,198	12,339	11,465
CEC méq/100g	34,20	33,80		
%V=S/T *100	56,976	47,923		
P_{ass}.Bray I ppm	12	5		
P_{Total} ppm				

Nom du profil	Hounk 6	Hounk 6	Hounk 6	Hounk 6
N° Enregistrement	29038	29039	29040	29041
Horizon				
Profondeur cm	0 - 17	17 - 35	35 - 70	70 - 120
Refus % (mm)				
0 - 2 µ %	8,87	10,21	42,29	50,14
2 - 20 µ %	3,29	3,57	3,78	3,49
20 - 50 µ %	2,19	2,21	1,69	1,29
50 - 200 µ %	34,23	30,89	17,09	16,76
200 – 2000 µ %	52,81	54,81	36,82	29,99
C %	1,21	0,48		
N %	0,102	0,048		
C/N	11,9	10,0		
M. O.%	2,09	0,83		
pH_{eau} (1/2,5)	6,6	6,0	6,5	6,8
pH_{KCl} (1/2,5)	5,9	5,6	5,7	5,6
Cond.élec. 20 ms/cm				
Ca++ éch .méq/100g	4,20	2,60	5,00	4,20
Mg++éch.méq/100g	1,20	1,40	1,60	1,20
K+ éch.méq/100g	0,14	0,05	0,04	0,03
Na+ éch.méq/100g	0,00	0,00	0,00	0,00
Som. cations méq/100g	5,54	4,05	6,64	5,43
CEC méq/100g	6,90	4,55	8,00	15,15
%V=S/T *100	80,29	89,01	83,00	35,84
P_{ass}.Bray I ppm	40	39		
P_{Total} ppm				

Nom du profil	Hounk 7	Hounk 7	Hounk 7	Hounk 7	Hounk 7
N° Enregistrement	29046	29047	29048	29049	29050
Horizon					
Profondeur cm	0 – 15	15 - 35	35 - 50	50 - 80	80 - 120
Refus % (mm)					
0 - 2 µ %	9,21	10,41	8,09	26,09	11,92
2 - 20 µ %	8,18	8,12	11,88	16,27	5,32
20 - 50 µ %	12,28	9;75	12,37	16,12	6,08
50 - 200 µ %	55,27	52,59	48,11	29,66	41,68
200 – 2000 µ %	14,22	18,65	19,69	11,11	36,84
C %	1,29	0,37			
N %	0,108	0,039			
C/N	11,4	9,5			
M. O.%	2,12	0,64			
pH_{eau} (1/2,5)	5,6	6,4	6,7	7,3	7,3
pH_{KCl} (1/2,5)	5,0	4,3	4,2	5,2	5,6
Cond.élec. 20 ms/cm					
Ca++ éch .méq/100g	4,20	2,40	2,60	7,20	4,4
Mg++éch.méq/100g	1,20	1,00	0,80	2,80	1,40
K+ éch.méq/100g	0,16	0,04	0,06	0,09	0,04
Na+ éch.méq/100g	0,01	0,01	0,09	0,80	0,48
Som. cations méq/100g	5,57	3,45	3,55	10,89	6,32
CEC méq/100g	7,80	5,45	4,90	11,70	6,32
%V=S/T *100	71,41	63,30	72,45	93,08	94,33
P_{ass}.Bray I ppm	34	27			
P_{Total} ppm					

Nom du profil	Hounk 8	Hounk 8	Hounk 8	Hounk 8
N° Enregistrement	29051	29052	29053	29054
Horizon				
Profondeur cm	0 - 20	20 - 55	55 - 80	80 - 120
Refus % (mm)				
0 - 2 µ %	8,15	8,07	3,76	18,05
2 - 20 µ %	6,11	2,27	0,25	5,08
20 - 50 µ %	3,42	2,18	1,44	4,64
50 - 200 µ %	20,82	17,55	16,83	15,44
200 – 2000 µ %	63,22	71,28	77,95	57,70
C %	0,95	0,28		
N %	0,084	0,029		
C/N	11,3	9,7		
M. O.%	1,64	0,48		
pH_{eau} (1/2,5)	5,2	6,2	6,6	6,9
pH_{KCl} (1/2,5)	4,0	4,1	4,4	4,0
Cond.élec. 20 ms/cm				
Ca++ éch .méq/100g	2,00	1,80	1,40	2,80
Mg++éch.méq/100g	1,00	0,80	0,60	1,60
K+ éch.méq/100g	0,08	0,02	0,03	0,06
Na+ éch.méq/100g	0,01	0,00	0,01	0,19
Som. cations méq/100g	3,09	2,62	2,04	4,65
CEC méq/100g	4,95	3,45	2,55	6,20
%V=S/T *100	62,42	75,94	80,00	75,00
P_{ass}.Bray I ppm	24	25		
P_{Total} ppm				

TABLE DES MATIÈRES

DEDICACE 3
LISTE DE SIGLES, ABREVIATIONS ET ACRONYMES 4
REMERCIEMENTS 5
RESUME 9
ABSTRACT 10
INTRODUCTION 11
Première partie :
CADRE CONCEPTUEL, APPROCHE METHODOLOGIQUE ET FONDEMENTS DE LA PRODUCTION AGRICOLE DANS LA COMMUNE DE BONOU .....
CHAPITRE I : CADRE CONCEPTUEL ET METHODOLOGIQUE 15
1.1. Revue de littérature 15
1.1.1-Variabilité climatique et mise en valeur agricole des terres 15
1.1.2-Mise en valeur agricole et dégradation des terres 16
1.1.3-Aménagement hydro-agricole et mise en valeur des terres 19
1.2. Clarification des concepts 20
1.3. Problématique 27
1.3.1- Justification du sujet 27
1.3.2-Hypothèses de travail 30
1.3.3-Objectifs de recherche 30
1.4- Approche méthodologique 31
1.4.1- Données utilisées 31
1.4.2- Exigences climatiques des cultures choisies 32
1.4.3- Méthode de collecte des données 33
1.4.3.1. Phase de documentation 33
1.4.3.2- Phase d'enquêtes 33
1.4.3.3- Outils et matériels de collecte des données 36
1.4.3.4- Techniques de collecte des données 36
1.4.3.4.1- Collecte des données socio-anthropologiques 37
1.4.3.4.2- Collecte des données pédologiques 38
1.4.4- Traitement des données 41
1.4.4.1- Traitement et analyse des données hydro climatologiques 42
1.4.4.2-Traitement et analyse des données pédologiques 46
1.4.5- Modèle d'analyse des résultats 55

CHAPITRE II : FONDEMENTS BIOPHYSIQUES ET HUMAINS A LA MISE EN VALEUR AGRICOLE DE LA VALLEE DANS LA COMMUNE DE BONOU **57**
2-1- Déterminants biophysiques **57**
2.1.1-Situation géographique **57**
2.1.2-Caractéristiques morphologiques de la Commune **59**
2.1.3- Formations pédologiques de la Commune de Bonou **62**
2.1.4- Description des différents profils pédologiques **64**
2.1.4.1- Sols ferrallitiques du profil Hounk 1 65
2.1.4.2- Sols peu évolués alluvial hydromorphes sur profil Hounk 2 67
2.1.4.3- Sols ferrallitiques sur profil Hounk 3 69
2.1.4.4- Sols hydromorphes à pseudo-gley sur profil Hounk 4 72
2.1.4.5- Vertisols 74
2.1.4.6- Sols ferrallitiques sur profil Hounk 6 ..... **76**
2.1.4.7- Synthèse des caractéristiques physico-chimiques des sols **77**
2.1.5- Caractéristiques climatiques et ressources en eau **80**
2.1.5.1- Régime pluviométrique 80
2.1.5.2- Conditions thermométriques **81**
2.1.5.3- Humidité relative 82
2.1.6-Une végétation dominée par les savanes herbacées et arbustives **83**
2.1.7-Un réseau hydrographique dominé par le fleuve Ouémé **85**
2.2- Déterminants humains 88
Deuxième partie :
POTENTIALITES AGRICOLES DES TERRES ET LEURS MODES D'EXPLOITATION DANS LA COMMUNE DE BONOU : **92**
CHAPITRE III : CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES, PHYSICO-CHIMIQUES ET APTITUDES CULTURALES DES SOLS DE LA COMMUNE DE BONOU **93**
3.1- Statuts biologique et chimique des sols **93**
3.1.1- Etat de fertilité des sols **93**
3.1.2- Caractéristiques physico-chimiques des sols **96**
3.2- Exigences édaphiques des cultures choisies **98**
3.2.1- Exigences physico-chimiques du maïs **99**
3.2.2- Exigences physico-chimiques du niébé **99**
3.2.3- Exigences physico-chimiques du riz **99**
3.2.4- Exigences physico-chimiques de manioc **99**
3.2.5- Exigences physico-chimiques de la patate douce **100**
3.3- Evaluation physico-chimiques du milieu pour les cultures choisies **102**

3.3.1 Evaluation physico-chimique du milieu pour le maïs **102**
3.3.2 Evaluation physico-chimique du milieu pour le manioc **106**
3.3.3- Evaluation physico-chimique du milieu pour le riz **110**
3.3.4- Evaluation physico-chimique du milieu pour le niébé **114**
3.3.5- Evaluation physico-chimique du milieu pour la patate douce **118**
CHAPITRE IV : MODES DE MISE EN VALEUR AGRICOLE DES TERRES DANS LA COMMUNE DE BONOU ET IMPLICATIONS **126**
4.1- Evolution de l'organisation de l'espace **126**
4.1.1- Regard sur la mise en valeur ancestrale des terres **126**
4.1.2-Activités agricoles et dynamique des unités d'occupation du sol **127**
4.2- Facteur de production **136**
4.3- Modes d'accès aux terres agricoles **137**
4.4. Main-d'œuvre agricole **140**
4.5- Financement des activités agricoles **141**
4.6-Organisation des activités agricoles **142**
4.6.1- Agriculture pluviale **142**
4.7- Modes de faire-valoir des terres agricoles dans la Commune de Bonou **146**
4.7.1. Monoculture **146**
4.7.2- Association culturale **147**
4.7.3- Rotation des cultures **149**
4.7.5- Assolement **151**
4.7.6- Agroforesterie **152**
4.8- Techniques culturales **152**
4.9- Mécanisation de l'agriculture **157**
4.10- Pratiques paysannes de mise en valeur des terres **157**
4.11- Acteurs du secteur agricole dans la Commune de Bonou **159**
4.11.1- Projets et programmes du MAEP **160**
4.11.2 - Organisations Non Gouvernementales (ONG) **161**
4.11.3. Organisations Professionnelles Agricoles (OPA) **161**
4.12- Actions de valorisation de la vallée dans la commune de Bonou **161**
Troisième partie
CONTRAINTES LIEES AUX ACTIVITES AGRICOLES, MESURES D'ADAPTATION ET PERSPECTIVES **165**

CHAPITRE V : CONTRAINTES A LA MISE EN VALEUR AGRICOLE DES TERRES DANS LA COMMUNE DE BONOU **166**
5-1- Contraintes biophysiques à la mise en valeur agricole de la vallée **166**
5-1-1. Variabilité climatique et ses incidences sur les cultures 166
5.1.1.1. Exigences climatiques des cultures choisies **166**
5.1.1.2- Contraintes pluviométriques et incidences sur les cultures **171**
5.1.2.1- Impacts des crues sur la production agricole **188**
5.1.2.2- Impacts socio-économiques des crues **189**
5.2- Contraintes liées aux sols 190
5.2.2-Contraintes à la mise en valeur des sols hydromorphes **191**
5.2.3-Contraintes à la mise en valeur des vertisols **192**
5.2.4-Contraintes à la mise en valeur agricoles des sols peu évolués **193**
5.3- Contraintes biotiques à la mise en valeur agricole des terres **193**
5.4- Contraintes socio-économiques à la mise en valeur agricole de la vallée **194**
5.4.1- Problème de main d'œuvre **195**
5.4.2- Contraintes liées à l'approvisionnement des intrants 196
5.4.3- Contrainte liée au foncier agricole 196
5.4.4- Capital financier chez les paysans 197
5.4.5- Contraintes liées à la conservation et la commercialisation des récoltes 198
5.5- Contraintes institutionnelles **199**
CHAPITRE VI : STRATEGIES D'ADAPTATION PAYSANNES ET PERSPECTIVES A LA MISE EN VALEUR AGRICOLE DE LA VALLEE DE L'OUEME DANS LA COMMUNE DE BONOU **201**
6.1- Stratégies endogènes de mise en valeur agricole de la vallée **201**
6.1.1- Stratégies paysannes face à la baisse de fertilité des sols **201**
6.1.1.1- Pratique de la jachère **201**
6.1.1.2- Billonnage **203**
6.1.1.3- Usage des cultures améliorantes **204**
6.1.2- Stratégies paysannes face aux rongeurs **204**
6.1.3- Stratégies face aux inondations et crues **206**
6.1.4- Stratégies paysannes après le retrait des eaux de crue **208**
6.1.5- Stratégies paysannes face à l'enherbement **210**
6.1.6- Stratégies paysannes face au réchauffement climatique **210**
6.1.5- Stratégies paysannes face à la raréfaction de la main-d'œuvre agricole **212**
6.2- Techniques exogènes de restauration et du maintien de la fertilité des sols **212**

6.2.1- *Mucuna pruriens* (*Pois mascate*) **213**
6.2.2- Utilisation du *Stylosanthes guineensis* (Palmier doum) **215**
6.2.3- Utilisation de *Aeschynomene histrix* (Nélitte d'Inde ou fourrage) **217**
6.2.4- Utilisation de *Acacia auriculiformis* (Acacia) **218**
6.3- Perspectives agricoles dans la Commune de Bonou **219**
6.3.1-Perspectives à la levée des contraintes biophysiques **219**
6.3.1.1- Grands Aménagements **220**
6.3.1.2- Aménagements Intermédiaires **221**
6.3.1.3- Périmètres Irrigués Villageois (PIV) **222**
6.3.1.4- Périmètres Irrigués Privés (PIP) **222**
6.3.2-Perspectives à la levée des contraintes socio-économiques **223**
6.4- Cadre participatif pour la mise en valeur agricole de la vallée **224**
6.5- Projets de barrages hydro-électriques et impacts sur l'agriculture **225**
6.6- Scénarii à la mise en valeur agricole de la vallée **227**
6.6.1- Scénario Pessimiste « Wahala » **227**
6.6.2- Scénario Histoire continue **228**
6.6.3- Scénario Optimiste/Fifa **228**
Discussion et limites de l'étude **230**
CONCLUSION GÉNÉRALE **236**
Bibliographie **239**
Liste des figures **254**
Liste des tableaux **254**
Liste des photos **256**
Liste des planches **256**
ANNEXES **257**
TABLE DES MATIÈRES **271**